

Bibliographische Beschreibung:

Hägele, Tim:

Farbkorrektur – Geschichtliche Entwicklung und heutiger Stand der Technik.

Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich Medien, Bachelorarbeit,

Stuttgart/ Mittweida 2009

Referat:

Die Bachelorarbeit widmet sich dem Thema Farbkorrektur. Als angehenden Kameramann ist mir dieses Thema schon häufig begegnet und durch persönliches Interesse als wichtiger, aber dennoch allgemein häufig unterschätzter Aspekt in der Herstellung bei der Film- und Fernsehproduktion aufgefallen.

Die Arbeit befasst sich einleitend mit den Grundlagen von Licht, Farbe und Farbempfinden. Zudem gibt sie Auskunft über die Entwicklung des Films mit besonderem Augenmerk auf die technischen Möglichkeiten und Vorgehensweisen bei der Farbkorrektur. Dabei wird gesondert auf die Rolle des analogen Films sowie auf die Möglichkeiten und den Bedarf einer Farbkorrektur eingegangen. Abschließend werden heutige Entwicklungen sowohl im Technischen als auch im Ästhetischen aufgezeigt.

So hat diese Arbeit vorrangig zum Ziel, das sehr komplexe Prinzip der Farbkorrektur mit ihren Grundlagen und Arbeitsweisen zu veranschaulichen.

Inhaltsverzeichnis

1. Grundprinzipien der Farbkorrektur.....	1
1.1 Primäre Farbkorrektur.....	1
1.2 Sekundäre Farbkorrektur.....	1
1.3 Erstellung eines „Looks“	2
2. Licht und Farbe.....	2
2.1 Was ist Farbe ?.....	2
2.2 Licht.....	3
2.2.1 Farbtemperatur.....	4
2.2.2 Additive Farbmischung.....	6
2.3 Farbmodelle.....	7
2.3.1 Das RGB-Farbmodell.....	8
2.3.2 Das YCbCr-Modell.....	9
2.4 Häufig korrigierte Faktoren.....	10
2.4.1 Farbeindruck.....	10
2.4.2 Kontrast.....	10
2.4.3 Sättigung.....	11
2.4.4 Formatwandlung und Legalität.....	11
3. Historischer Verlauf.....	12
3.1 Film (um 1900 bis heute).....	12
3.1.1 Was ist Film ?.....	12
3.1.2 Kopierwerk.....	15
3.1.2.a Der Entwicklungsprozess.....	15
3.1.2.b Der Printprozess.....	17
3.1.2.c Kopierlichter.....	18
3.2 Farbkorrektur / Grading beim Film.....	19
3.2.1 Lichtbestimmung.....	20
3.2.2 Bleichbadüberbrückung.....	22

3.2.3 Cross-Entwicklung („Xpro“)	24
3.2.4 Pushing / Pulling	27
3.3 Telecine (ca. 1946)	27
3.4 Digitales Intermediate (ab 1993)	29
3.4.1 Farbtiefe bei digitalen Bildern	31
3.5 Digitales Kino (ca. 2000)	33
4. Heute	33
4.1 Die moderne Korrektur-Suite	33
4.1.1 Licht	34
4.1.2 Messtechnik	35
4.1.2.a Waveform	36
4.1.2.b Vektorskop	38
4.1.3 Anzeige	40
4.1.3.a Farbräume	41
4.1.3.b Lookup-Tabelle (LUT)	42
4.1.4 Grading Hard- und Software	43
4.1.4.a Der Primary In/Out-Raum	45
4.1.4.b Der Secondary Raum	49
4.1.4.c Der Effects Raum	49
4.1.5 Hilfsmittel	51
5. Fazit	51
6. Wichtige Daten	54
7. Literaturverzeichnis	55
7.1 Bücher	55
7.2 Whitepapers	55

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lichtspektrum http://eosweb.larc.nasa.gov/EDDOCS/Wavelengths_for_Colors.html	4
Abb. 2: Additive Farbmischung http://www.metacolor.de/additiv.htm	7

Abb. 3: Aufbau eines modernen Farbnegativfilmes - Kodak: Color films.....	13
Abb. 4: Querschnitt Farbnegativ - Kodak:Color Film.....	14
Abb. 5: Negativentwicklung ECN-2 - Kodak:Motion Support Processing.....	16
Abb. 6: Continous Contact Printer - Practical Cinematography.....	17
Abb. 7: Kopierlichter nach "Bell & Howard Modell C" - Practical Cinematography	18
Abb. 8: Effekt der Bleichbadüberbrückung (rechts).....	22
Abb. 9: ENR-Verfahren am Beispiel von "Sieben".....	23
Abb. 10: Effekt der Cross-Entwicklung (rechts).....	24
Abb. 11: Cross-Entwicklung am Beispiel "Fear and Loathing in Las Vegas".....	25
Abb. 12: Telecine von Rank-Cintel.....	27
Abb. 13: Frühe Form der Telecine mit Kathodenstrahler.....	28
Abb. 14: "Schneewittchen und die sieben Zwerge" vor und nach der Bearbeitung über das Digital Intermediate Verfahren.....	29
Abb. 15: Grading Suite von Concrete Post Production Ltd.....	30
Abb. 16: Tektronix WVR-7120 und WFM4000.....	32
Abb. 17: Beispiel einer RGB Parade am Waveform-Monitor (Apple Color).....	34
Abb. 18: Beispiel einer Luminanzdarstellung am Waveform-Monitor (Apple Color).....	34
Abb. 19: Einfache Form einer Vektorskopdarstellung / Farbkreis (SpeedEDIT).....	35
Abb. 20: Beispiel einer Chrominanzdarstellung im Vektorskop (Apple Color).....	36
Abb. 21: Vektorskopdarstellung mit Farbstich und illegalen Farben (Apple Color)	36
Abb. 22: Der CIE 1931 Farbraum (http://www.fho-emden.de/~hoffmann/).....	38
Abb. 23: Primäre Farbkorrekturkontrolle am Beispiel der Farbräder und Schieberegler (Apple Color).....	43
Abb. 24: Beispiel Farbtiefe 1-8 Bit Wikipedia.....	48
Abb. 25: Beispiel Farbtiefe Wikipedia.....	50

1. Grundprinzipien der Farbkorrektur

Bei der Aufzeichnung von Bildern - sei es durch Film- oder Fotokameras, sowohl in analoger als auch in der heute stark verbreiteten digitalen Form - ist es teilweise notwendig und/oder gewünscht, das aufgenommene Material hinsichtlich dessen Farb- und Helligkeitseindrucks zu verändern. Um dies zu erreichen, hat sich die sogenannte Farbkorrektur daher als wichtiger Teil des Postproduktionsprozesses etabliert. Sie wird, wenn benötigt, nachträglich auf schon belichtetes Material angewandt.

Der Begriff Farbkorrektur ist ein Konglomerat verschiedener Techniken, welches jeden evolutionären Schritt des bewegten Bildes begleitet hat.

1.1 Primäre Farbkorrektur

Unter dem Begriff „Primäre Farbkorrektur“ versteht man eine das gesamte Bild betreffende Änderung. Hierbei können die unterschiedlichen Farben und Helligkeitswerte im Gesamten verändert werden.

„Primary color correction is the process of setting the overall tone, contrast, and color balance of an image.or coordinate in space“¹

1.2 Sekundäre Farbkorrektur

Die „Sekundäre Farbkorrektur“ findet Anwendung bei bestimmten Charakteristika ausgewählter Farb- oder Helligkeitsbereiche. Im Gegensatz zur primären Variante ist es hier möglich, nur das Aussehen bestimmter Bereiche selektiv zu verändern.

„Secondary color correction is a further step that refines the image in specific

¹ Steve Hullfish: „The Art and Technique of Digital Color Correction“

geographical regions or in specific color vectors of the image.²

1.3 Erstellung eines „Looks“

Während primäre und sekundäre Korrektur fälschlicherweise häufig mit der Behebung von Fehlern gleichgestellt werden, so lässt sich mit ihnen und weiteren Möglichkeiten zur Manipulation von Farben und Helligkeit auch ein unter künstlerischen und dramaturgischen Aspekten gewünschter Effekt erzielen. Ein so genannter „Look“ gibt dem Film sein ganz spezielles Aussehen.

2. Licht und Farbe

2.1 Was ist Farbe ?

„Any attempt to define any particular colour merely by means of words is doomed to failure. We can illustrate the general nature of any particular colour by reference to an object having the same quality (which begs the question) or by reference to its wavelength (which is of interest only as a matter of physics) or by reference to another colour (which becomes circular).“³

Wie das Zitat von Ian Paterson sehr eindrücklich verdeutlicht, ist eine Klärung des Begriffs „Farbe“ keine leichte Aufgabe. So ist Farbe per Definition zwar elektromagnetische Strahlung einer bestimmten Wellenlänge, und doch ist es eine rein virtuelle Erscheinung.

Neben Helligkeit ist die Farbigkeit eine der beiden fundamentalen Elemente des menschlichen Sehempfindens und dient daher nicht nur der besseren Wahrnehmung der Umwelt, sondern unterliegt auch der Beschaffenheit von Körper

² „Steve Hullfish: „The Art and Technique of Digital Color Correction“

³ Ian Paterson: „A Dictionary of Colour“

und Geist des jeweiligen Betrachters.

So entsteht aus ursprünglich elektromagnetischer Strahlung in unseren Köpfen durch Verknüpfung und Relation zueinander ein Farbeindruck, der individuell leicht verschieden sein kann. Durch diese enge Beziehung zum menschlichen Geist kann Farbe daher auch dem Austausch von Informationen oder Emotionen dienen. So kann sie beispielsweise auf den Betrachter eine Signalwirkung ausüben (z.B. Rot für Gefahr), Erinnerungen hervorrufen (z.B. Sonnenuntergang) oder Stimmungen auslösen.

2.2 Licht

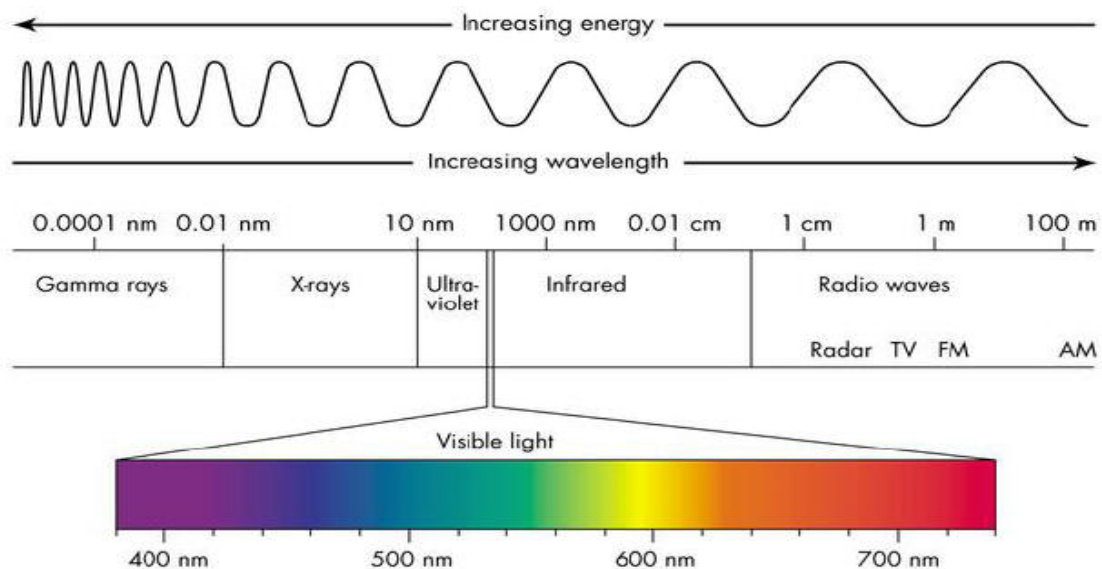


Abb. 1: Lichtspektrum http://eosweb.larc.nasa.gov/EDDOCS/Wavelengths_for_Colors.html

Als Licht bezeichnet man aus einer natürlichen (Sonne) oder künstlichen (Glühlampe) Quelle emittierte elektromagnetische Strahlung, die in einem für das

menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereich liegt. Dieser erstreckt sich von ca. 380nm bis 750nm Wellenlänge, was am unteren Ende der Farbe Violett und am oberen der Farbe Rot entspricht. Die Bereiche darüber und darunter sind unsichtbare Formen wie z.B. Gamma- oder Röntgenstrahlen und Radiowellen.

Die Wellenlänge des Lichts ist also entscheidend dafür, wie dieses als Farbe wahrgenommen wird.

2.2.1 Farbtemperatur

„Erhitzte Körper, wie z.B. die Sonne, strahlen ein Wellenlängengemisch ab ... Bei der Untersuchung eines solchen Gemischs zeigt sich, dass nicht alle Frequenzen gleichmäßig intensiv vertreten sind ... Das gesamte Spektrum eines Temperaturstrahlers lässt sich daher durch die Angabe der sog. Farbtemperatur charakterisieren.“⁴

Wie das Zitat verdeutlicht, emittiert jede natürliche oder künstliche Lichtquelle eine für sie charakteristische Mischung von Lichtwellen. Aus diesem Grund hat Licht aus verschiedenartigen Quellen physikalisch gesehen immer eine andere Zusammensetzung, was in der Tendenz zu einer bestimmten Farbe resultiert („Farbstich“).

Die genauere Spezifizierung dieser erwähnten Tendenz nennt sich Farbtemperatur und wird in Kelvin gemessen. So hat beispielsweise Sonnenlicht an einem Sommertag eine Temperatur von ca. 5800K und dagegen das Licht einer Glühlampe ca. 3200K. Ersteres würde man als generell eher „bläulich“ und letzteres als eher „gelblich“ bezeichnen.

„All objects emit some electromagnetic radiation. As an object is heated, it emits

⁴ Professor Dr. Ulrich Schmidt: „Professionelle Videotechnik“

relatively more of the shorter wavelengths of electromagnetic radiation and relatively less of the longer wavelengths. It is this property of light that allows a light meter to measure light's color temperature. The following figure demonstrates the visible wavelengths of the relative energy emitted at each wavelength of various color temperatures and in 5500K Daylight. At 3200K there is a relatively large amount of the long wavelengths and a relatively small amount of the short wavelengths. As the color temperature increases to 5500K, 6500K, and 10000K, the relative amount of the long wavelength energy decreases and the relative amount of the short wavelength energy increases.“⁵

Da das menschliche Gehirn (im Gegensatz zu einem Bildaufnahmegerät) in der Lage ist, diesen Unterschied auszugleichen, erscheint bei genügend langer Betrachtung jedoch ein weißer Gegenstand beide Male als reines Weiß.

Dazu eine Tabelle mit ausgewählten Farbtemperaturwerten:

Kerzenlicht	1850K	Mondlicht	4100K
25-W-Glühlicht	2500K	Sonne früh/spät	4300K
40-W-Glühlicht	2650K	Sonne direkt	5800K
Halogenlampe	3200K	Normlicht D65	6500K
HMI-Lampe	5600K	Himmel, bedeckt	7000K

2.2.2 Additive Farbmischung

Die im Rahmen der digitalen Korrektur und Veränderung von Film- und Video-material ausschlaggebende Entstehung von Farben geschieht durch additive Farbmischung. Ähnlich dem Vorgang in einem Prisma lässt sich Licht mit verschiedenen Wellenlängen überlagern und somit ein anderer Farbeindruck

5 Kodak Newsletters #3: „Nature of Light and Color“

schaffen. Eine besondere Stellung nehmen dabei die drei Primärvalenzen oder Grundfarben Rot, Grün und Blau ein, die nicht durch Mischung zu erreichen sind. Jedoch kann durch Überlagerung ihrer Wellenlängen „der Eindruck aller anderen Lichtfarben hervorgerufen werden“⁶. Addiert man alle drei Primärvalenzen in gleicher Intensität, so ergibt dies Weiß.

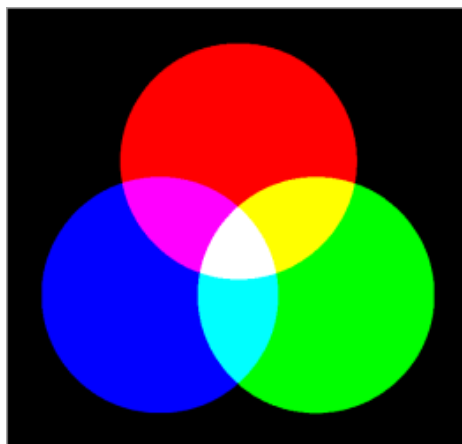


Abb. 2: Additive Farbmischung
<http://www.metacolor.de/additiv.htm>

Auch als RGB-System bezeichnet, ist die additive Farbmischung Grundvoraussetzung aller Bilderzeugungsgeräte wie Fernseher oder Computermonitore. Hierbei entsteht der Farbeindruck eines Pixels durch direkt aneinander geordnete Subpixel in Rot, Grün und Blau. Dieser Aufbau ist dem menschlichen Auge sehr ähnlich, das in umgekehrter Weise eintreffendes Licht mit für Rot, Grün und Blau empfindlichen Stäbchen aufnimmt und eine Kombination dieser jeweiligen Anteile als Farbmischung an das Gehirn weiterleitet.

⁶ <http://lehrerfortbildung-bw.de/kompetenzen/gestaltung/farbe/physik/additiv/>
14.07.09

„The additive color system reproduces colors by adding colored lights—its primary colors are red, green, and blue (RGB). If none of these colors are present, black results. If all the colors appear at their maximum intensities, the color produced is white. All the colors that can be produced by a three-color additive system are combinations of these three primary colors. When mixed together in various proportions, the additive color primaries of red, green, and blue give us the range of colors that we see. Two common additive systems are a television and a digital projector.“⁷

2.3 Farbmodelle

Um eine Farbe präzise definieren, einordnen und exakt in Relation zu einer anderen Farbe stellen zu können, besteht die Notwendigkeit eines Farbmodells. Im Laufe der Geschichte entstanden viele verschiedene, die alle auf „Graßmannschen Gesetzen“⁸ beruhen.

- *Jeder Farbeindruck kann mit genau drei Grundgrößen vollständig beschrieben werden.*
- *Mischt man eine Farbe mit sich veränderndem Farbton mit einer Farbe, bei der der Farbton immer gleich bleibt, so entstehen Farben mit sich veränderndem Farbton.*
- *Der Farbeindruck einer durch additive Farbmischung entstandenen Farbe lässt – unabhängig von deren spektraler Zusammensetzung – einen direkten Rückschluss auf den Farbeindruck der Ausgangsfarben zu.*
- *Die Intensität einer additiv gemischten Farbe entspricht der Summe der Intensitäten der Ausgangsfarben.*

7 Kodak Newsletters #3: „The Nature of Light and Color“

8 Herrmann Graßmann: „Zur Theorie der Farbenmischung“, 1853

Die gebräuchlichsten Varianten an Farbmodellen sind:

2.3.1 Das RGB-Farbmodell

Das RGB-Farbmodell ist ein additives Farbmodell und trägt seinen Namen wegen der ihm zugrunde liegenden Mischfarben Rot, Grün und Blau. Um eine bestimmte Farbe nach dem RGB-Prinzip zu erzeugen, bedarf es einer Überlagerung von Lichtstrahlen, deren Spektren sich addieren. Das Prinzip beruht auf dem ersten Graßmannschen Gesetz, welches besagt, dass jede beliebige Farbe durch Angabe dreier Faktoren beschrieben werden kann. Bestes Beispiel und Hauptanwendungsgebiet hierfür sind selbstleuchtende Bilderzeugungsgeräte wie Fernseher oder Computermonitore, die durch auf kleinstem Raum zusammenliegende Subpixel in den Grundfarben (Rot/Grün/Blau) für das menschliche Auge den Eindruck eines scheinbar einzelnen und beliebig farbigen Pixels erzeugen.

So lässt sich mit Hilfe des RGB-Modells durch einfache Angabe des Mischungsverhältnisses der Grundfarben fast jede beliebige Farbe beschreiben. Ist das Verhältnis von Rot, Grün und Blau zueinander gleich, so entsteht allerdings keine Farbe, sondern ein Grauton – bzw. Schwarz durch Abwesenheit aller Grundfarben und Weiß durch Mischung mit voller Intensität.

R	G	B	
100% (255)	0% (0)	0% (0)	ROT
0% (0)	100% (255)	0% (0)	GRUEN
0% (0)	0% (0)	100% (255)	BLAU
0% (0)	0% (0)	0% (0)	SCHWARZ
100% (255)	100% (255)	100% (255)	WEISS
50% (127)	50% (127)	50% (127)	50% GRAU
0% (0)	100% (255)	100% (255)	CYAN

Tabelle 1: Beispiele für RGB-Werte (bei 8 Bit Farbtiefe)

2.3.2 Das YCbCr-Modell

In der digitalen Fernsehübertragung – sowohl im europäischen PAL - als auch dem amerikanischen NTSC hat sich das YCbCr-Modell durchgesetzt. Als Nachfahre des YUV-Modells definiert es eine Farbe nicht anhand ihrer Grundfarben, sondern durch Luminanz und Chrominanz - Helligkeit und Farbigkeit. Hierbei gilt:

Y = Helligkeit/Grün, Cb = Blau/Gelb, Cr = Rot/Türkis

„Das YCbCr-Modell ist eine Abwandlung eines solchen Helligkeit-Farbigkeits-Modells. Der RGB-Farbart wird in Grundhelligkeit Y und zwei Farbkomponenten Cb und Cr aufgeteilt. Cb ist ein Maß für die Abweichung von Grau in Richtung Blau zu Gelb. Cr ist die entsprechende Maßzahl für die Farbigkeit in Richtung Rot oder Türkis. Diese Darstellung nutzt die Eigenheit des Sehsinnes, für grünes Licht besonders empfindlich zu sein. Die Information über den Grünanteil (und damit indirekt für dessen Komplementärfarbe Violett) ist in der

Grundhelligkeit Y eingerechnet.“⁹

Das System macht sich zu Nutze, dass das menschliche Auge Helligkeitsunterschiede differenzierter wahrnehmen kann als Farbtöne oder deren Sättigung.

2.4 Häufig korrigierte Faktoren

Schließt man den künstlerischen Aspekt aus und nimmt die rein „korrigierende“ Funktion der Farbkorrektur, so lassen sich anhand folgender Beispiele die häufigsten Anwendungsgebiete aufzeigen:

2.4.1 Farbeindruck

Eines der meisten in der Farbkorrektur behandelten technischen Probleme sind verschiedene Lichtverhältnisse und damit zusammenhängende Farbtemperaturunterschiede zwischen zwei im fertigen Film aufeinander folgenden Bildern. So kann das belichtete Material durch verschiedene Faktoren einen ungewollten Farbstich haben, der in der primären Korrektur durch Bezug auf eine technische (Messinstrumente) oder visuelle (vorhergehendes Bild) Referenz behoben werden kann.

2.4.2 Kontrast

„Der *Kontrast* ist ein Unterscheidungsmerkmal für den Helligkeitsverlauf eines Bildes oder zwischen zwei Bildpunkten. Der *Kontrastumfang* oder die Dynamik beschreiben den Intensitätsunterschied zwischen dem hellsten und dunkelsten

⁹ Wikipedia: „YcbCr“ (<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=YCbCr-Farbmodell&oldid=63609476>)

Punkt eines Bildes.“¹⁰ Ist der Kontrast innerhalb eines Bildes zu gering, so kann es flau oder weniger scharf wirken.

Analoge und digitale Bildaufnahmegeräte können den realen Kontrastumfang eines Motivs in vielen Fällen nur begrenzt einfangen, weshalb helle Bildanteile als weiße bzw. dunkle als schwarze aufgenommen werden. Wird bei der Belichtung eines Bildes eine falsche Blende gewählt oder der Kontrastumfang der Szene nicht ausreichend begrenzt, so kann dies in einer Farbkorrektur nachträglich in gewissem Umfang korrigiert werden – dabei entscheidet die Beschaffenheit des Trägermaterials bzw. -signals über Möglichkeiten. So können Film und Video in unterschiedlichem Maße „verändert“ werden ohne dabei visuelle Informationen zu verlieren.

2.4.3 Sättigung

Als Sättigung bezeichnet man die Intensität eines Farbtons. Wird diese im Aufnahmemedium zu stark oder zu schwach abgebildet, bietet die Farbkorrektur die Möglichkeit sie über das ganze Bild (primär), einzelne Bereiche oder auch nur einzelne Farbtöne (sekundär) zu regulieren.

2.4.4 Formatwandlung und Legalität

Ein wichtiger Aspekt der Farbkorrektur ist die unterstützende Wirkung bei Prozessen, die eine Wandlung von einem visuellen Medium in ein anderes bewirken. So muss bei einer technischen Wandlung bedacht werden, dass unterschiedliche Medien auch unterschiedlichen technischen (Farbraum, Kontrastumfang, Art der Bilderzeugung) und visuellen Gesetzmäßigkeiten unterliegen. Als Beispiel sei hier die Wandlung von Film in ein Videosignal genannt, die zwei völlig verschiedene Systeme mit ihren jeweiligen optischen

¹⁰ Wikipedia „Kontrast“ (<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Kontrast&oldid=61618028>)

Eigenheiten darstellen.

In diesem Zusammenhang steht auch das Thema Legalität, da sichergestellt werden muss, dass die Darstellung im Rahmen der technischen Möglichkeiten des gewünschten Zielmediums liegt.

3. Historischer Verlauf

Betrachtet man die Geschichte der Farbkorrektur, so zeichnen sich drei wesentliche und gleichzeitig prägende Schritte und damit verbundene Arbeitsweisen ab. Bestand seit der Erfindung des Films nur die Möglichkeit, dessen optischen Eindruck über physikalische und chemische Prozesse nachträglich zu ändern, so entstanden mit der Erfindung des Fernsehens und der damit verbundenen Umstellung der Technik gänzlich neue Bedürfnisse und Möglichkeiten. Zudem wurde durch die fortschreitende Digitalisierung gegen Ende des letzten Jahrhunderts der nächste evolutionäre Schritt eingeläutet.

3.1 Film (um 1900 bis heute)

Durch die Erfindung des Negativfilms bzw. dessen Entwicklung zum Farbnegativ und letztendlich dem „Motion Picture“ wurden auch schnell die Möglichkeiten zur nachträglichen Veränderung darauf festgehaltener Bilder erkannt.

Um zu verstehen, wie nach einer Aufnahme auf Farben und den generellen optischen Eindruck einzugreifen ist, werde ich an dieser Stelle die wichtigsten Grundlagen zur Beschaffenheit und Verarbeitung von Filmmaterial aufzeigen.

3.1.1 Was ist Film ?

Der Begriff Film steht in diesem Kontext für Negativ- bzw. Farbnegativfilm-

material und ist ein Medium für die Speicherung und spätere Reproduktion der Abbildung eines real existierenden Moments. Hierbei gelangt Licht durch das aus mehreren optischen Linsen zusammengesetzte Objektiv einer Filmkamera und trifft für einen kurzen Moment auf das lichtsensible Material in deren Innerem. Durch chemische Prozesse entsteht auf diesem ein Abbild der Realität.

Aus technischer Sicht handelt es sich bei Filmmaterial um einen dünnen Streifen, der aus einem transparenten Trägermaterial besteht und auf den eine oder mehrere lichtempfindliche Schichten aufgetragen werden. Im Falle des Schwarz-Weiß-Negativs gibt es eine Schicht, die meist aus einer Emulsion aus Gelatine und Silberbromid besteht. Letzteres färbt sich bei Lichteinfall schwarz.

Der unter dem Aspekt der Farbkorrektur relevantere Farbnegativfilm hat einen ähnlichen, aber dennoch deutlich komplexeren Aufbau:

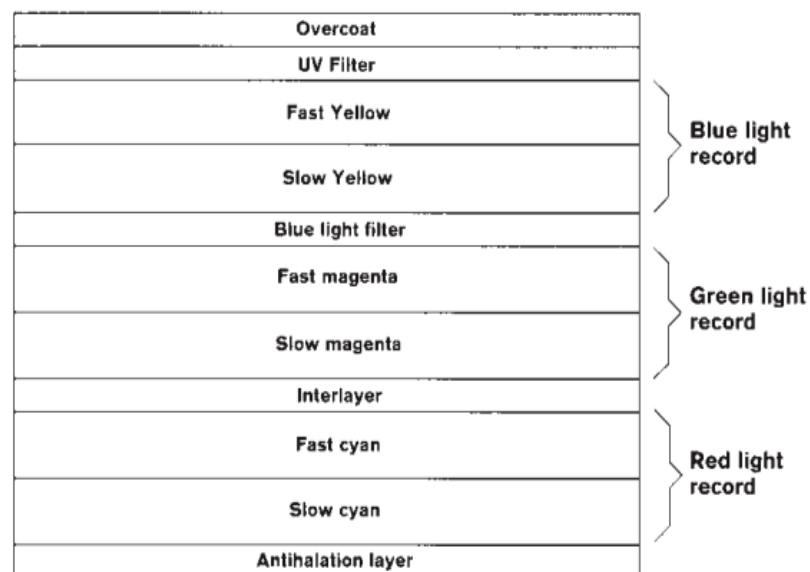


Abb. 3: Aufbau eines modernen Farbnegativfilmes - Kodak: Color films

„Farbfilme sind generell so aufgebaut, dass drei voneinander getrennte Emulsionen übereinander liegen. Die Emulsionen werden so sensibilisiert, dass sie jeweils für einen der drei genannten Anteile des sichtbaren Lichtspektrums, also Rot, Grün und Blau, empfindlich werden. Im Negativmaterial ist die oberste Schicht blauempfindlich, darunter folgen die grün- und rotempfindlichen Schichten, die von ersterer durch eine Gelbfilterschicht getrennt sind, die blaues Licht von ihnen fernhält....Um Farbstoffe bilden zu können, werden Farbkuppler in die Emulsionsschicht eingebaut. Damit entstehen bei der Belichtung latente Bilder in den Schichten, die für die jeweilige Farbe empfindlich sind. Die Farbstoffe entstehen im anschließenden Farbentwicklungsprozess.“¹¹

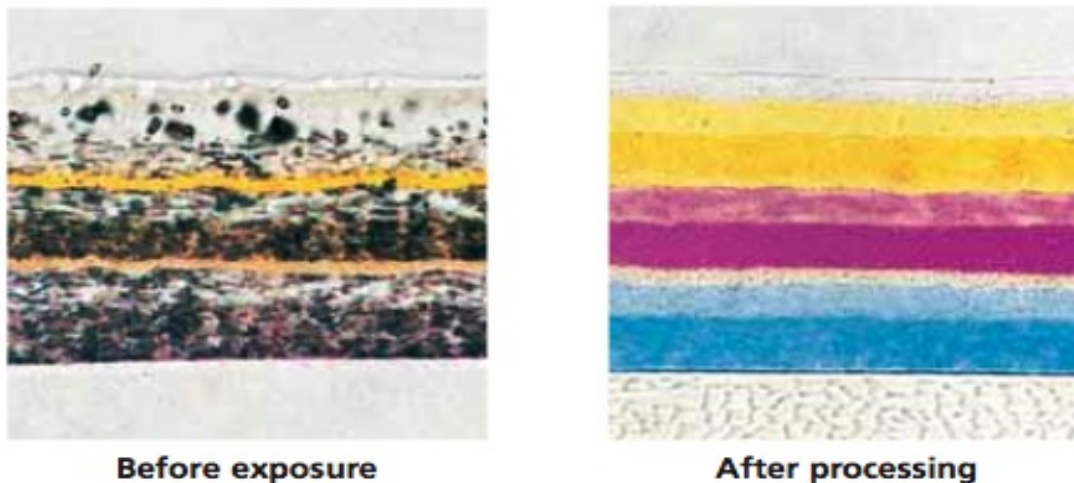


Abb. 4: Querschnitt Farbnegativ - Kodak:Color Film

3.1.2 Kopierwerk

Mit der Belichtung des Negativs ist noch kein fertiges Bild entstanden. Das

¹¹ Professor Dr. Ulrich Schmidt: „Professionelle Videotechnik“

Filmmaterial muss dazu erst den Kopierwerksprozess durchlaufen, um vollständig entwickelt zu werden. Dies muss möglichst schnell und in völliger Dunkelheit geschehen, um sowohl das Silberbromid - als auch die latenten Farbbilder nicht zu schädigen.

Das Kopierwerk ist – technisch ähnlich einem Fotolabor - ein essentieller Partner bei der Filmproduktion, der sowohl für die Entwicklung der Negative - als auch die Lichtbestimmung, sowie die Erstellung der fertigen Positivfilme (Muster und Kinokopien) zuständig ist.

Im Falle von Fehlern bei der Belichtung ist es im Kopierwerk möglich, das Material durch zahlreiche Verfahren zu korrigieren. Dies gilt für Unter- oder Überbelichtungen und Farbstiche oder unvermeidbare Farbtemperaturunterschiede bei Außenaufnahmen. Ebenso kann aber auch eine - meist aus dramaturgischen oder ästhetischen Gründen - gewollte Veränderung richtig belichteten Materials angewandt werden.

Zuerst möchte ich jedoch zum Verständnis die herkömmliche Vorgehensweise des Kopierwerksprozesses erläutern.

3.1.2.a Der Entwicklungsprozess

Das belichtete Negativmaterial durchläuft anfangs bei völliger Dunkelheit eine Entwicklungsmaschine. In dieser wird es – durch ein Rollensystem geleitet – durch mehrere chemische Bäder geführt. Meist entsprechen die Zusammenstellung der einzelnen Schritte, sowie die Zusammensetzung und Temperatur der Chemikalien - als auch die Dauer ihrer Einwirkzeit auf das Filmmaterial dem Prinzip des ECN-2¹² (Eastman Color Negative) Verfahrens.

Dies lässt sich anhand folgender Grafik verdeutlichen:

¹² Kodak Newsletters #17: "Processing"

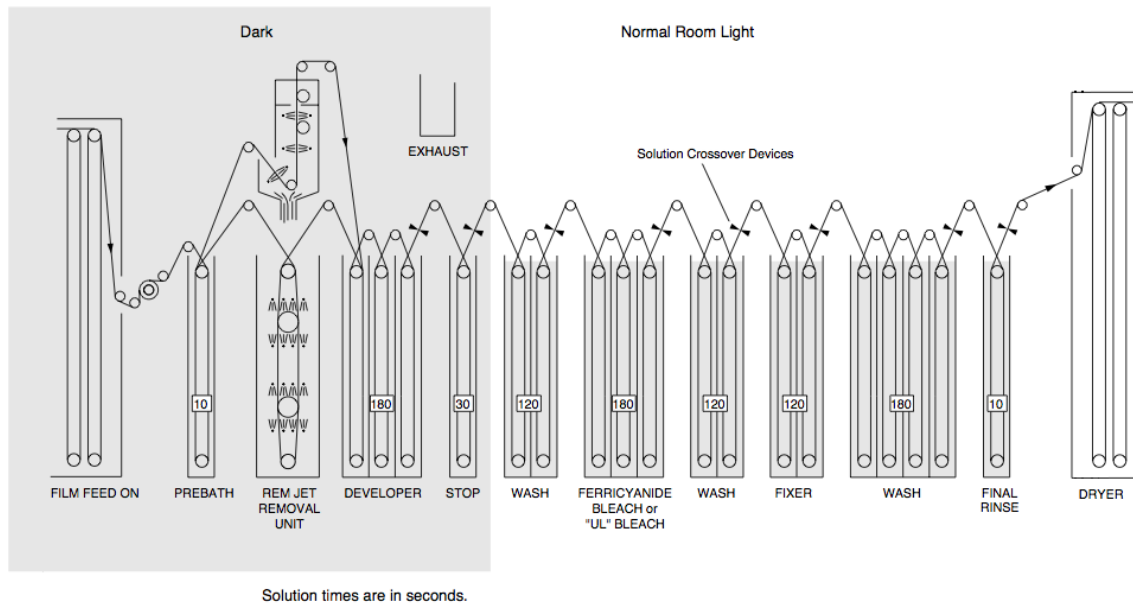


Abb. 5: Negativentwicklung ECN-2 - Kodak:Motion Support Processing

Zuerst durchläuft der Film das Vorbild, in dem die Rückschicht aufgelöst und entfernt wird. Danach kommt er drei Minuten in ein Entwicklerbad, welches eine Verstärkung der bei der Belichtung schon vorgeschwärzten Silberbromidkerne verursacht. Kurz darauf wird dieser Effekt dann in einem Stopfbad angehalten. Nach dieser Stufe ist sichergestellt, dass das Silber fertig entwickelt ist und damit nicht weiter auf Lichteinfall reagiert.

Nach der darauf folgenden Wässerung gelangt das Filmmaterial in ein Bleichbad, das das beim Entwicklungsprozess aus Silberbromid entstandene metallische Silber sowie die Farbentwicklersubstanzen löst und im anschließenden Fixier- und Waschvorgang ausspült.

Nach zwei Minuten im Fixierbad beginnt ein weiterer Waschvorgang, dann eine kurze Stabilisierung und anschließende Trocknung. Nach diesem Schritt hat

man ein fertiges Negativ.

3.1.2.b Der Printprozess

Um aus dem invertiert gefärbten Negativ nun ein für das menschliche Auge erkennbares und der Wirklichkeit entsprechendes Positiv zu erhalten, ist ein weiterer Vorgang notwendig. Der sogenannte Printprozess geschieht in einer Maschine, in der sowohl das entwickelte Negativ - als auch das Positiv , sofern keine Formatänderung oder spezielle Effekte stattfinden sollen, direkt aufeinander gedrückt und von einer Lichtquelle Bild für Bild durchleuchtet werden. Auf letzteren Schritt wird noch einmal gesondert im folgenden Kapitel eingegangen.

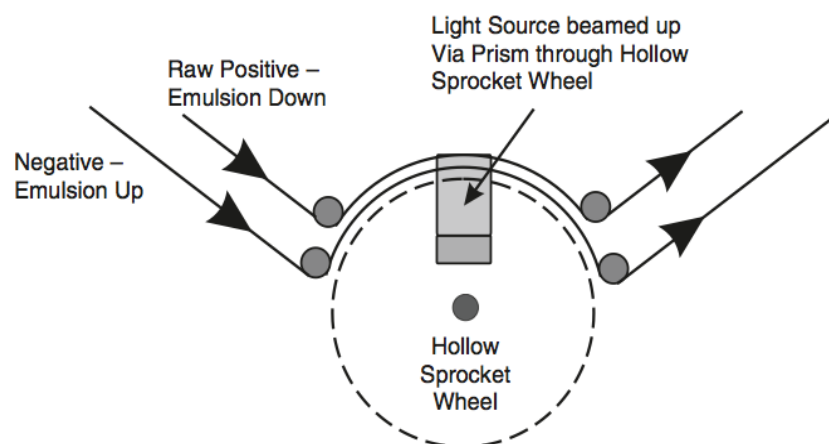


Abb. 6: Continous Contact Printer - Practical Cinematography

3.1.2.c Kopierlichter

Wesentlicher Bestandteil bei der Erstellung von Positivkopien – besonders in Bezug auf die Farbkorrektur - sind die Kopierlichter. Hierbei wird das Licht einer Glühlampe über ein System aus Linsen und Spiegeln so gelenkt und verändert,

dass das Aussehen des Positivs beim Printprozess hinsichtlich der Farbe und Helligkeit verändert werden kann.

„All of the individual beams, one each for these three colours, now pass through their own, separate iris. Each iris is identical and has 50 carefully graduated settings, where the difference between all the settings is usually äquivalent to one-sixth of a stop on a camera lens. Using simple mirrors, and a second condenser lens, all the three colours are then recombined into a homogeneous light source. This light source then delivers its beam to the printer gate.“¹³

Die Intensität der Kopierlichter wird in RGB angegeben und kann pro Grundfarbe in 50 Abstufungen geregelt werden. Ein normaler Wert bei perfekt belichtetem Filmmaterial wären 25R, 25G, 25B. Dies würde ein neutrales Weiß ergeben und würde sowohl Farbe als auch Helligkeit „unverändert“ vom Negativ auf das Positiv übertragen.

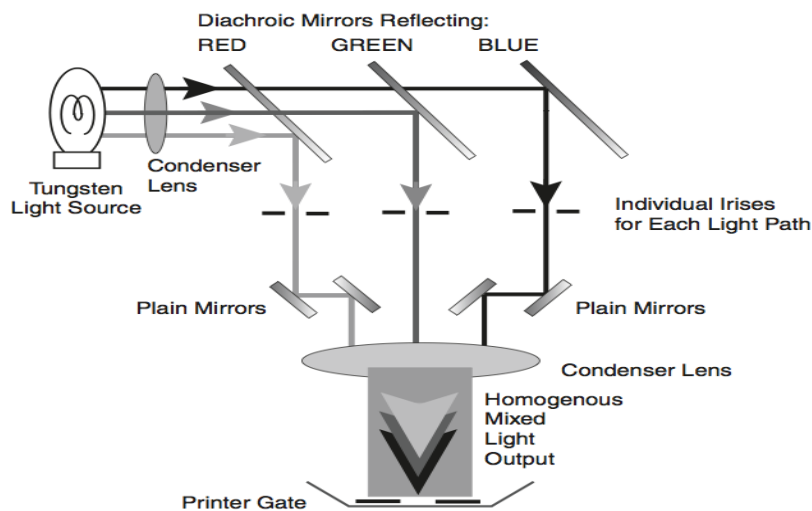


Abb. 7: Kopierlichter nach "Bell & Howard Modell C" - Practical Cinematography

¹³ Paul Wheeler: „Practical Cinematography, Second Edition“

3.2 Farbkorrektur / Grading beim Film

Um nun im rein analogen Prozess einen Film zu korrigieren oder einen bestimmten „Look“ zu erlangen, mussten die chemischen und physikalischen Möglichkeiten des Kopierwerks genutzt werden. Diese werden im Folgenden beschrieben:

3.2.1 Lichtbestimmung

Das der modernen Farbkorrektur am ehesten entsprechende Mittel ist die Lichtbestimmung. Hier wird nach Sichtung des entwickelten Negativmaterials die jeweilige Intensität der Kopierlichter beim Printprozess gewählt. Das wichtigste Arbeitsmittel ist hierbei der Filmanalyzer – eine elektronische Abtasteinheit, die das Negativbild Bild für Bild scannt und auf einem Monitor als Positiv darstellt.

Es können Unter- und Überbelichtungen in gewissem Maße korrigiert, sowie die Farbtemperatur verschiedener Einstellungen angeglichen werden.

„Der Lichtbestimmer kann das Monitorbild in Helligkeit und Farbe verändern und so - gegebenenfalls in Absprache mit Regie und Kamera - visuell die optimale Bildwirkung ermitteln. Die Einstellparameter werden als Steuerbefehl für die Kopiermaschine auf einem Datenträger gespeichert. Heute erfolgt die Speicherung meist auf Disketten oder Mikrokassetten, jedoch sind vereinzelt auch noch Lochstreifen üblich.“¹⁴

Generell erfolgt die Lichtbestimmung in zwei Variante täglich nach den Dreharbeiten auf das frisch entwickelte Material angewandt. Diese findet mehr unter einem technischen Aspekt statt und dient eher zur Kontrolle des Materials sowie der bei den Dreharbeiten benutzten Technik (Kamera, Licht) und

¹⁴ Stefan P. Neudeck, Kameramann und Fachautor

letztendlich der richtigen Belichtung. Wichtig ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass der Lichtbestimmer darüber hinaus im Dialog mit dem Kameramann steht oder generell um die Verhältnisse am Filmset Bescheid weiß, um Missverständnissen vorzubeugen. So kann es natürlich immer vorkommen, dass ein Farbstich oder eine nicht optimale Belichtung aus ästhetischen Gründen gewählt wurde – diese durch eigenmächtige Änderung der Kopierlichter auszugleichen, wäre ein Fehler.

Der in Bezug auf die Farbkorrektur wichtige Schritt geschieht allerdings erst nach dem eigentlichen Schnitt des Films.

„Diesmal werden die einzelnen Szenen farblich und dichtemässig aneinander angepasst. Damit die Lichtbestimmer wissen, welche Effekte gewünscht sind, erfolgt vorweg eine Visionierung der Arbeitskopie. Der Kameramann oder Regisseur wird seine künstlerischen Wünsche äußern und die Lichtbestimmer werden bemüht sein, diese mit den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zu realisieren. Ist ein Original optimal belichtet, wird dies kein Problem darstellen. Genausowenig wie das Auskorrigieren unterschiedlicher Farbstiche oder Dichteabweichungen, die durch die Benutzung verschiedener Aufnahme-materialien oder normale Abweichungen der Lichtverhältnisse am Schauplatz entstehen.“¹⁵

„Zur Bildkorrektur steht dem Lichtbestimmer für jede der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau eine Skala von 1 - 50 zur Verfügung. 1 bedeutet, dass von der betreffenden Farbe nur sehr wenig Licht auf den Kopierfilm fällt. Bei einem Kopierlicht von 50 fällt die maximale Lichtmenge auf den Film. Durch unterschiedliche Kopierlichter in den einzelnen Farbkanälen kann die Farbwiedergabe der späteren Kopie beeinflusst werden. Die Dichteanpassung (Helligkeitsausgleich) erfolgt durch die gleichwertige Veränderung der Kopier-

¹⁵ Michael Egli, Eglifilm (<http://www.eglifilm.ch>)

lichter aller drei Grundfarben.

Als Referenzlicht dient üblicherweise Rot 25 - Grün 25 - Blau 25. Diese Grundeinstellung ermöglicht die Beurteilung von Belichtung und Farbgebung der Originalnegative. Ein einwandfrei belichtetes Negativ wird Kopierlichter zwischen 20 - 20 - 20 und 40 - 40 - 40 aufweisen, wobei eine leichte Tendenz zu höheren Werten besteht. Dies liegt daran, dass der vom Rohfilmhersteller empfohlene Belichtungsindex einen Minimalwert darstellt. Ein fabrikfrischer Kamerafilm ist in der Regel um etwa 2- 3 DIN (entspricht 2/3 - 1 Blende oder 4 - 6 Kopierlichtern) empfindlicher, als auf der Dose angegeben.

Überbelichtete Negative können durch die Wahl eines großen Kopierlichtwertes (über 40 - 40 - 40) in gewissen Grenzen verbessert werden. Das Bild bekommt jedoch hierdurch eine andere Charakteristik, da die Lichtbestimmung zwar den Helligkeitswert verändern, nicht jedoch die in den hellsten Bildbereichen verloren gegangene Zeichnung zurückbringen kann. Das gleiche gilt für unterbelichtete Negative, die mit Kopierlichtern von unter 20 - 20 - 20 kopiert werden müssen. Hier fehlt - trotz korrekter Helligkeitsanpassung - die erforderliche Schattendurchzeichnung, die Bilder wirken grau und körnig.“¹⁶

3.2.2 Bleichbadüberbrückung

¹⁶ Stefan P. Neudeck:“ Grundlagen der Lichtbestimmung“ (<http://www.filmtechnik-online.de>), 2001

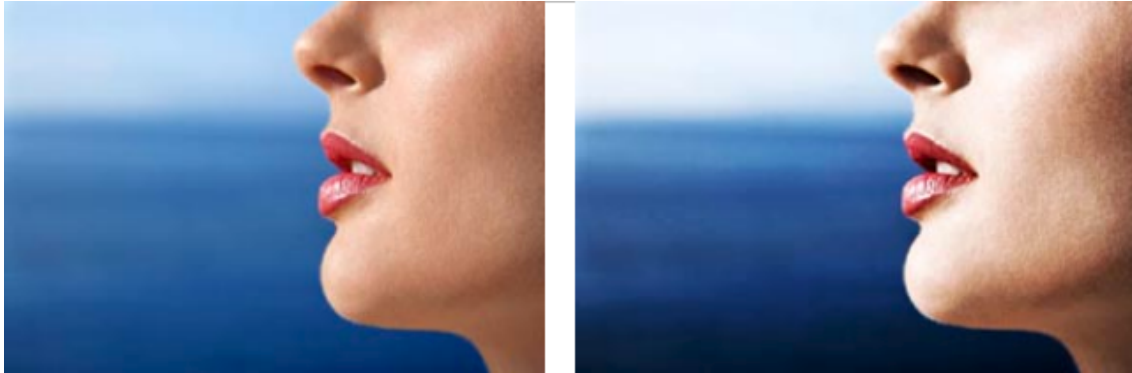


Abb. 8: Effekt der Bleichbadüberbrückung (rechts)

Eine sehr beliebte und wirkungsvolle Technik zur Veränderung des optischen Eindrucks ist die Bleichbadüberbrückung. Sie ist auf jede Art von Filmmaterial – sei es das ursprüngliche Negativ, sämtliche Zwischenschritte oder die fertige Kinokopie – anwendbar und beruht auf dem technischen Trick, beim Entwicklungsprozess des Films den Bleichbadprozess auszulassen.

Durch Verzicht auf Lösung und Auswaschung des metallischen Silbers sowie der Farbstoffe wird ein stärkerer Kontrast erreicht und Farben wirken entsättigter. Es ist bei einer Bleichbadüberbrückung des Negativmaterials darauf zu achten, dass schon beim Dreh die nötigsten Vorkehrungen getroffen werden (wie Lichtsetzung und Belichtung), da sich durch das verbleibende Silber die Dichte und Transparenz erheblich verändern. Dies kann Auswirkungen auf den Printprozess haben, da nun weniger Licht das Negativ durchdringt.

Als eine der Bleichbadüberbrückung sehr ähnliche Variante sei an dieser Stelle noch das von Technicolor stammende ENR¹⁷-Verfahren und dessen Abwandlung CCE erwähnt. Hier wird das Bleichbad nicht ausgelassen, aber dafür das anschließende Fixierbad – stattdessen durchläuft der Film einen

¹⁷ David Mullen „ENR-Transfer“ (http://www.cinematography.net/ENR_Transfer.htm), Stand 02.08.09

Schwarz-Weiß- Entwickler, was zur Folge hat, dass die Menge des verbleibenden Silbers besser reguliert werden kann. Der optische Eindruck entspricht trotzdem weitestgehend dem der Bleichbadüberbrückung. Als Beispiel für dieses Verfahren sei an dieser Stelle noch der Film „Sieben“¹⁸ genannt, der komplett nach dem ENR-Verfahren entwickelt wurde und durch harte Kontraste, generell entsättigte Farben, „silberne“ Weißtöne und eine deutliche sowie unruhige Körnigkeit seinen ganz eigenen Look bekommt.



Abb. 9: ENR-Verfahren am Beispiel von "Sieben"

3.2.3 Cross-Entwicklung („Xpro“)

¹⁸ New Line Cinema, 1995 (<http://www.imdb.com/title/tt0114369/>)



Abb. 10: Effekt der Cross-Entwicklung (rechts)

Ein weiterer Effekt, der sich im Kopierwerk erzeugen lässt, ist die Cross-Entwicklung, bei der das Negativfilmmaterial anstelle eines für ihn optimierten Entwicklungsvorgangs durch ein für Umkehrfilm (Diafilm) abgestimmtes Chemikalienbad läuft. Dieser ursprünglich häufig durch Verwechslung bei der Auswahl der richtigen Chemikalien auftretende Effekt wird gerne als praktische Form der Verfremdung oder Überzeichnung eines Bildes eingesetzt.

Wird das Negativmaterial cross-entwickelt, so entstehen unnatürliche Farben und ein erhöhter Kontrast. Je nach Art des Materials, der Belichtung und Wahl der Chemikalien können dabei unterschiedliche und kaum vorhersagbare Effekte auftreten. Grundsätzlich können aber ein stark erhöhter Kontrast, satte Farben und eine stärkere Körnung erwartet werden. Beispielhaft für diese

Technik ist unter anderem der Film „Fear and Loathing in Las Vegas“¹⁹. Hier erkennt man sehr schön die überzeichneten, unechten Farben. Es entsteht eine bizarre Atmosphäre, welche stilistisch die Drogenerfahrungen der Protagonisten unterstreicht.



Abb. 11: Cross-Entwicklung am Beispiel "Fear and Loathing in Las Vegas"

„This technique produces very contrasting, highly saturated and grainy images. As a result of the startling contrast, the shadows may produce a unique "bleeding" effect.“²⁰

¹⁹ Fear and Loathing LLC, 1998 (<http://www.imdb.com/title/tt0120669/>)

²⁰ Andre Yoze, Kameramann

3.2.4 Pushing / Pulling

„By pushing or pulling the film, you try to correct for the error in exposure, so that you end up with a image that looks normal, as if you shot with the correct film setting. However, there is no free lunch in this world. By pushing film, you end up with images that are more grainy and more contrasty than usual.“²¹

Sollte das Filmmaterial unter- oder überbelichtet sein, so lässt sich dies in gewissem Rahmen durch den Push- bzw. Pullprozess ausgleichen. Dabei lassen sich bis zu zwei Blenden (eine Blende Unterschied = doppelte Helligkeit beim Pushing, halbe Helligkeit beim Pulling) korrigieren, ohne dass das Ergebnis optisch zu sehr vom ursprünglich gewünschten Resultat abweicht.

Die Vorgehensweise bei diesem Verfahren ist, dass das Negativmaterial länger oder kürzer als eigentlich vorgesehen im Entwicklerbad verbleibt. Will man eine Blende Unterschied erreichen, so muss sich die Verweildauer um 20% von der korrekten unterscheiden. Bei zwei Blenden sind es schon 50%. Ein unvermeidbarer Nebeneffekt beim Pushing sind sattere Farben und eine erhöhte Körnung, wohingegen beim Pulling das Gegenteil eintritt – so kann es zu flaueren Bildern und weniger leuchtenden Farben kommen.

Hauptsächlich wird das Pushing/Pulling daher, wie eingangs erwähnt, zur Korrektur von Fehlbelichtungen eingesetzt und findet nach meiner Recherche weniger Verwendung als ästhetisches Mittel.

3.3 Telecine (ca. 1946)

Durch stetigen technischen Fortschritt und mit dem Aufkommen von Fernsehen und magnetischer Aufzeichnung (dem sich das nächste Kapitel widmen wird) entstand der Bedarf, die im fotografischen Prozess entstandenen Filmauf-

²¹ Nelson Tan, Photograph

nahmen in elektronische Signale umzuwandeln. Hier kommt aus geschichtlicher Sicht zum ersten Mal der Begriff Farbkorrektur zur Anwendung, da eine solche aufgrund des unterschiedlichen Kontrastumfangs und Farbraumes von Film und Video vonnöten ist.

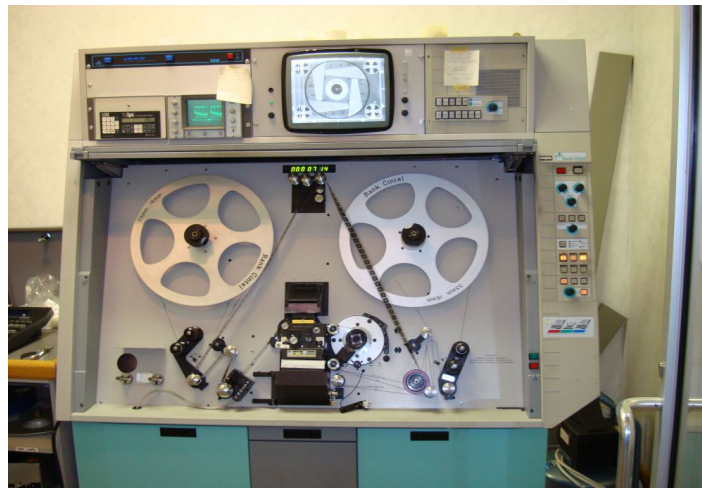


Abb. 12: Telecine von Rank-Cintel

Das erste Auftreten einer Telecine – und damit der Grundstein zur Möglichkeit der Farbkorrektur auf elektronischem Wege - ist auf 1946 datiert, als das britische Unternehmen Cinema Television Ihre Telecine „Mark 1“ vorstellte. Diese beruht auf dem Prinzip der Flying-Spot-Abtastung, bei der das Filmmaterial über einen Kathodenstrahler geführt wird. Die Strahlung durchdringt das transparente Material und wird von Bildwandlern aufgefangen.

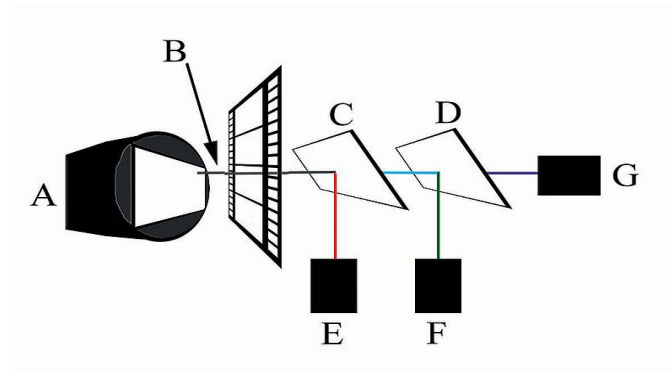


Abb. 13: Frühe Form der Telecine mit Kathodenstrahler

Wie in der Abbildung zu erkennen, durchlaufen die Strahlen den Filmstreifen und werden über dichromatische Spiegel an für Rot, Grün und Blau empfindliche Sensoren geleitet. Es ist hierdurch möglich, diese separierten Farben vor der Zusammenführung zum fertigen Videosignal entsprechend der additiven Farbmischung zu ändern und eine einfache primäre Farbkorrektur zu vollführen. Das Ergebnis kann nun auf einem Magnetband gespeichert werden.

Heutzutage sind auch andere Arten der Telecine gebräuchlich, die anstelle eines Kathodenstrahlers CCD- oder Laserabtastung verwenden. Auf diese verschiedenen Arten näher einzugehen würde allerdings den Umfang einer Bachelorarbeit übersteigen.

3.4 Digitales Intermediate (ab 1993)

„While film is a proven storage medium there are as many reasons why films are in need of restoration and re-mastering and can not just be projected or transferred without attention. They generally fall into just a few categories, the original physical film construction, handling and mishandling, storage condition

and time.

In some cases once the film is inspected, cleaned and splices replaced they can be transferred via telecine to a digital tape or disk and the audio synced to create a new master.“²²

Eine weitere entscheidende Entwicklung in Bezug auf die Verarbeitung von Film und die damit verbundene Arbeitsweise im Hinblick auf die Farbkorrektur ist das Digitale Intermediate. Im Gegensatz zur elektronischen Telecine ist das 1993 mit dem Rank-Cintel MKIII HD im Kinobereich eingeführte System ein Scan-Verfahren, bei dem das Filmmaterial digital eingescannt wird. Dies geschieht nicht mehr in Form eines analogen Videosignals auf Magnetband, sondern als digitaler Datenstrom auf modernen Computermedien.

Der große Vorteil bei diesem Verfahren liegt nun darin, dass der Film nun in deutlich erhöhter Qualität vorliegt und beliebig auf verschiedenen Systemen – auch gleichzeitig – bearbeitet werden kann.

Der erste Film, bei dem diese volldigitale Art der Postproduktion zur Verwendung kam, war „Schneewittchen und die sieben Zwerge“²³ aus dem Jahre 1937. Das alte Filmmaterial wurde mit Hilfe von Kodaks Cineon System bei 10 Bit Farbtiefe eingescannt. Im digitalen Zustand konnten dann vorhandene Kratzer retuschiert und die originalen Farben wiederhergestellt werden, bevor der Film vom Cineon System wieder zurück auf Film belichtet wurde.

²² Peter Chamberlain: „Digital Film Restoration“

²³ Walt Disney Productions, 1937 (<http://www.imdb.com/title/tt0029583/>)



Abb. 14: "Schneewittchen und die sieben Zwerge" vor und nach der Bearbeitung über das Digital Intermediate Verfahren

„In a lab and optical finishing workflow, the color timer uses a color analyzer to look at and adjust the colors of every scene in the movie. The color timer can perform only primary color correction by adjusting the overall color balance of the three primary colors: red, green, and blue. Usually, a number of answer prints are made to view results and gain full approval of color timing adjustments. In a digital post-production workflow, a colorist performs primary and secondary color correction digitally. In secondary color correction, specific colors and objects in the scene can be selected and manipulated without affecting the overall color balance of the scene. Adjustments can be tested and viewed in real time. Digital color correction, applied to an entire film, has given filmmakers great creative control and flexibility.“²⁴

So ist zu erkennen, dass erst mit Hilfe des Digital Intermediate eine wirkliche sekundäre Farbkorrektur möglich wurde.

24 Kodak Newsletters #20: „Digital Workflow“

3.4.1 Farbtiefe bei digitalen Bildern

Entscheidend für die Anzahl der darstellbaren Farb- bzw. Helligkeitswerte eines digital gespeicherten Bildes ist seine Farbtiefe. So ist sie entscheidender Faktor, wenn es darum geht, unterschiedliche Nuancen darstellen und erkennen zu können. So ist der Begriff Farbtiefe äquivalent zu der aus der Computertechnik stammenden Bit-Tiefe, die beschreibt, wie viele Bit an Information jedem einzelnen Farb- oder Helligkeitswert zur Verfügung stehen.

Ein einzelnes Bit lässt nur die Unterscheidung zwischen Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Wertes zu. Dies bedeutet in Bezug auf einen Helligkeitswert: Schwarz (0) oder Weiß (1).

Stehen beispielsweise 8 Bit an Information zur Verfügung, so lassen sich 2^8 - also 256 verschiedene Werte speichern. Hiermit lässt sich schon ein feiner Verlauf von Schwarz über Grau nach Weiß darstellen.



Abb. 15: Beispiel Farbtiefe 1-8 Bit Wikipedia

Dringend zu unterscheiden ist, ob die Farbtiefe bzw. Bit-Zahl für die Gesamtheit der zur Farbentstehung nötigen Faktoren zur Verfügung steht, oder jedem einzelnen. So kommt es im heutigen Sprachgebrauch vor, dass zum Beispiel 24 Bit Farbtiefe als 8 Bit bezeichnet werden, da jedem an der Farberzeugung beteiligten Wert 8 Bit zugeordnet werden ($24 = 8 \times 8 \times 8$ Bit)

Farbtiefe	Name/Verwendung	Kodierung	Anzahl darstellbarer Farben
1 Bit	Monochrom	Keine eindeutige Zuordnung	$2^1 = 2$
4 Bit	Verwendet bei EGA-Grafikkarten	Keine eindeutige Zuordnung	$2^4 = 16$
6 Bit	Verwendet von den Amiga-Computern für HAM	Keine eindeutige Zuordnung	$2^6 = 64$
8 Bit	Verwendet von den MSX2-Computern	Rot: 3 Bit Grün: 3 Bit Blau: 2 Bit	$2^8 = 256$
12 Bit	Verwendet in mehreren NeXT-Workstations	4 Bit pro Farbe	$2^{12} = 4096$
15 Bit	Real Color	Rot: 5 Bit Grün: 5 Bit Blau: 5 Bit	$2^{15} = 32.768$
16 Bit	High Color	Rot: 5 Bit Grün: 6 Bit Blau: 5 Bit	$2^{16} = 65.536$
24 Bit	True Color	Je ein Byte (8 Bit) für R, G und B	$2^{24} = 16.777.216$
30 Bit	beispielsweise PAL	Je 10 Bit für Y, U und V	$2^{30} = 1.073.741.824$
36 Bit	beispielsweise hochwertige Photographie	Je 12 Bit für R, G und B	$2^{36} = 68.719.476.736$
24 Bit Farbe + 8 Bit Alpha	True Color mit 8-Bit-Alphakanal	Je ein Byte (8 Bit) für R, G und B und α	$2^{24} = 16.777.216$

Abb. 16: Beispiel Farbtiefe Wikipedia

3.5 Digitales Kino (ca. 2000)

War das digitale Intermediate noch eine Hybridlösung, so begann durch technische Fortschritte im Bereich der digitalen Aufzeichnung, wachsender digitaler Speichermedien und Rechenkapazität sowie der Projektion von Bildern, der Durchbruch der komplett digitalen Filmproduktion. Im Jahre 2005 wurde dies mit der Veröffentlichung des Standards²⁵ zum Digital Cinema des DCI (Digital Cinema Initiatives) Konsortiums gefestigt.

Wichtigstes Merkmal aus technischer Sicht ist, dass das Medium Film als Bildspeicher und Ausgabemedium komplett entfällt. Für den Vorgang der Farbkorrektur bedeutet dies, dass die Formatwandlung zwischen analogem Film, digitalen Daten und der anschließenden Ausgabe zurück auf Filmmaterial

²⁵ Digital Cinema Initiatives: „Digital Cinema Specification Version 1.2“, 2008

– und damit ein wesentlicher und teilweise zeitaufwendiger Bestandteil – entfällt.

„To achieve a match with film, the digital projector must take on some of the characteristics of film. Because film is a subtractive system, it produces bright and deep secondary colors (yellow, cyan and magenta). On the other hand, digital systems are additive and produce bright and saturated red, green, and blue. The result is a fundamental mismatch in the shape of the respective color spaces.

This mismatch must be corrected for the color relationships to work. There are two approaches to color management for matching the look of film. The first is to make the matching corrections in mastering, and the second puts the matching capabilities in the projector. In either case, the color space must be transformed from the scanned image characteristics to the digitally projected characteristics.“²⁶

4. Heute

Nachdem bis jetzt die wichtigen historischen Voraussetzungen für die moderne Farbkorrektur erläutert wurden, soll sich das nun folgende Kapitel mit dem aktuellen Stand der Technik und neuen Anwendungsgebieten und -beispielen befassen.

4.1 Die moderne Korrektur-Suite

²⁶ Charles S. Swartz: „The Digital Cinema Handbook“



Abb. 17: Grading Suite von Concrete Post Production Ltd.

4.1.1 Licht

Betritt man eine richtige Farbkorrektursuite, so fällt als erstes das gedimmte Raumlicht auf. Das richtige Umgebungslicht ist im Falle des professionellen Gratings ein entscheidender Faktor, da die Farbtemperatur und die Helligkeit einer nicht kalibrierten und exakt ausgerichteten Lichtquelle direkte Auswirkung auf die Rezeption des vom Monitor ausgestrahlten Bildes hätte.

Meist ist dazu hinter dem Monitor des Coloristen eine kleine auf 6500 Kelvin temperierte Lichtquelle angebracht. Diese erzeugt eine dem Tageslicht ähnliche Farbtemperatur und wird auf eine weiße oder neutralgraue Wand (keinerlei Farbe darf vorhanden sein) hinter dem Monitor gerichtet. Dieses Licht leuchtet nur sehr schwach und dient hauptsächlich als visuelle Referenz. Durch diese unveränderliche Lichtquelle hat der Colorist einen Ansatzpunkt zum Vergleich mit dem auf seinem Monitor dargestellten Bild, da es durch die Anpassungs-

fähigkeit des menschlichen Auges oft notwendig ist, sich vom Monitor abzuwenden um einen eventuell vorhandenen Farbstich überhaupt erst wieder sehen zu können.

Trotz des zusätzlichen Lichtes ist es wichtig, dass der Monitor die hellste Lichtquelle im Raum darstellt. Nach Möglichkeit werden auch die bei elektronischen Geräten beliebten LEDs oder sonstige farbige Anzeigemöglichkeiten im Raum vermieden.

4.1.2 Messtechnik

Da man sich trotz großer Fortschritte im Bereich der Monitortechnik nicht immer auf das angezeigte Bild verlassen kann und darf, gibt es Messinstrumente, die das vom Grading ausgegebene Videosignal analysieren und auf technische Korrektheit überprüfen lassen. Der Waveformmonitor und das Vektorskop sind daher zwei wichtige Werkzeuge (unter anderen) und eine weitere Referenz für den Coloristen.

Meist werden Waveform und Vektorskop aufgrund der ähnlichen Funktion (beide sind Abwandlungen eines klassischen Oszilloskops) in einem Gerät vereint, das per HD-SDI direkt an der Farbkorrekturworkstation angeschlossen ist und seine Analysen über einen Monitor ausgibt.



Abb. 18: Tektronix WVR-7120 und WFM4000

Die beiden Messinstrumente funktionieren generell wie folgt:

4.1.2.a Waveform

Das Grundprinzip des Waveform-Monitors ist es, die Verteilung von Helligkeits- und Farbwertwerten in einem Videosignal auf einer zweidimensionalen Skala grafisch darzustellen. Dabei behalten die einzelnen Pixel des angezeigten Bildes ihre Position auf der X-Achse, werden aber auf der Y-Achse, je nach ihrem Helligkeits- oder Farbwert, verschoben. Üblicherweise reicht diese Skala in der Farbkorrektur von -20 bis 110 und stellt den Pegel des Videosignals dar. Grundsätzlich sollte aber beachtet werden, dass alle Werte beim Verlassen der Arbeitsumgebung zwischen 0 und 100 IRE („One of the units of measurement that can describe a composite analog video signal's amplitude (brightness) where 0 IRE generally represents black and white extends to +100 IRE.²⁷⁾)

²⁷ Steve Hullfish: „The Art and Technique of Digital Color Correction“

liegen, da sonst keine Legalität des Signals garantiert ist und Bilddetails, die außerhalb des sicheren Bereiches liegen, verloren gehen.

Moderne Waveform-Monitore sind, wie schon erwähnt, nicht nur in der Lage die Luminanz, sondern auch die Chrominanz eines Bildes zu analysieren. Dies kann auf verschiedene Arten geschehen, von denen die RGB-Parade die gebräuchlichste Variante darstellt. Ähnlich der grafischen Verteilung der Helligkeit wird das Bild drei Mal dargestellt – jeweils in einer der Grundfarben Rot, Grün und Blau.

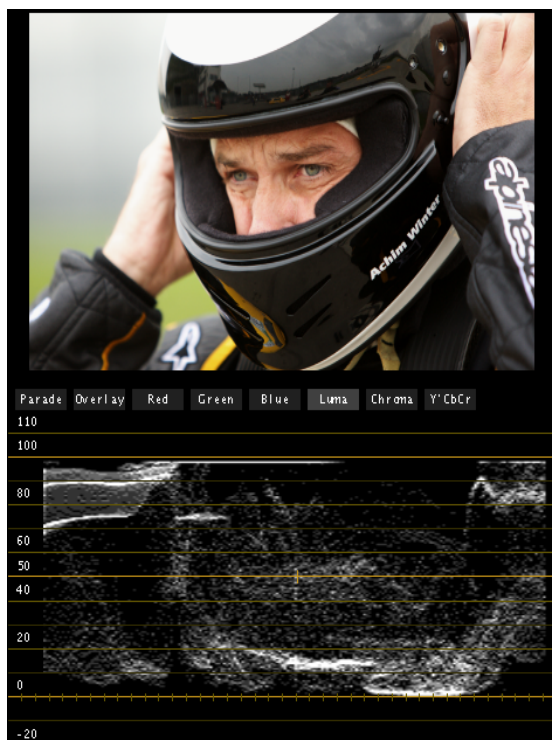


Abb. 20: Beispiel einer Luminanzdarstellung am Waveform-Monitor (Apple Color)

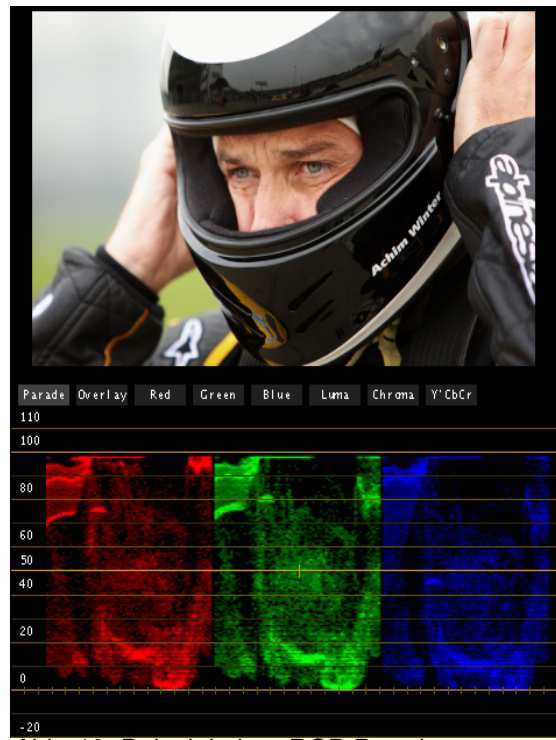


Abb. 19: Beispiel einer RGB Parade am Waveform-Monitor (Apple Color)

Wie in den beiden Abbildungen zu erkennen ist, lässt sich die Verteilung von

Farbe und Helligkeit innerhalb eines Bildes mit Hilfe der Wellenform veranschaulichen und kontrollieren. Beide Anzeigen deuten auf ein optimal ausgesteuertes Signal hin – die Bildanteile sind sowohl in Luma als auch R, G und B optimal über die Anzeige verteilt und halten die technischen Grenzen zwischen 0 und 100 ein.

4.1.2.b Vektorskop

Ähnlich der Waveform dient das Vektorskop zur Analyse des Videosignals. Es bezieht sich aber ausschließlich auf die Chrominanz und den Farbton eines Bildes und stellt diese anhand eines Farbkreises dar.

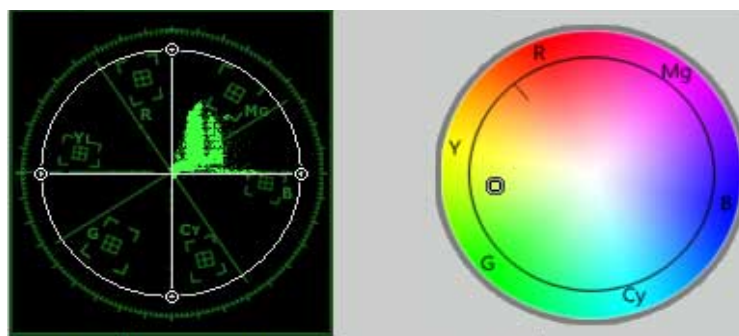


Abb. 21: Einfache Form einer Vektorskopdarstellung / Farbkreis (SpeedEDIT)

Der generelle Farbton eines Bildpunktes wird durch seine räumliche Position in Bezug auf den Mittelpunkt des Kreises angezeigt, die Sättigung hingegen durch seine Entfernung. Der Farbkreis ist unterteilt in die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau sowie deren Komplementärfarben Cyan, Magenta und Gelb.

Liegen die vom Vektorskop angezeigten Werte außerhalb der Grenzen des Kreises, so werden diese als illegal bezeichnet und sollten außerhalb der Korrekturumgebung vermieden werden.

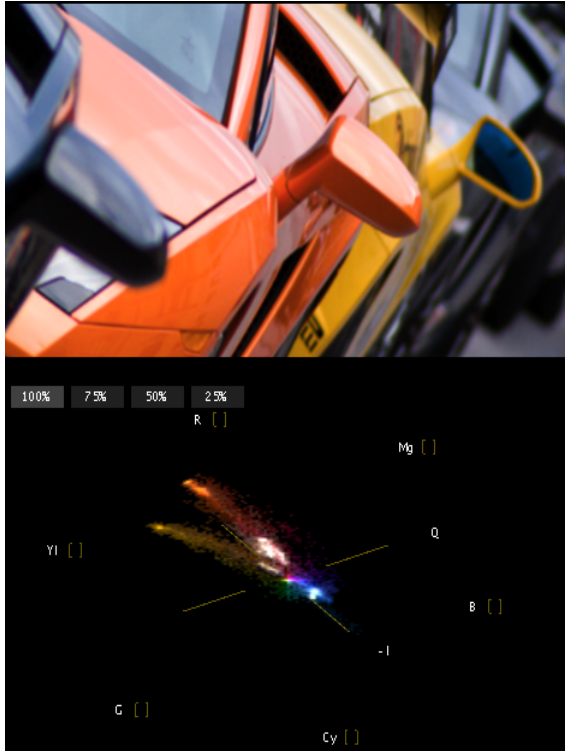


Abb. 22: Beispiel einer Chrominanzdarstellung im Vektorskop (Apple Color)



Abb. 23: Vektorskopdarstellung mit Farbstich und illegalen Farben (Apple Color)

Sieht man sich die Vektordarstellungen der Beispielbilder an, so ist auf Anhieb die Verteilung und Sättigung der im jeweiligen Bild enthaltenen Farbtöne und -sättigungen zu erkennen. Das rechte Beispiel beweist, dass ein Farbstich durch Verschiebung der Gesamtheit der Anzeige aus dem Mittelpunkt des Kreises deutlich hervortritt. Es sind keine neutralen Farben vorhanden. Zusätzlich bewegen sich kleine Ausreißer sehr nahe am (bzw. über dem) maximal erlaubten Sättigungswert von Gelb.

4.1.3 Anzeige

Das eigentlich wichtigste Utensil bei der Farbkorrektur ist ein technisch hochwertiger und gut kalibrierter Monitor. Lange Zeit fanden daher sogenannte Klasse-1 Röhrenmonitore (CRT) Verwendung.

„Diese Geräte werden z.B. in der Bildtechnik für die Kameraaussteuerung, für eine Farbkorrektur oder in der Qualitätskontrolle eingesetzt, um eine verbindliche Aussage über das Bildsignal treffen zu können. Daher sind für alle Parameter eines Klasse-1-Monitors die jeweils technologisch maximal erreichbaren Werte gefordert.“²⁸

Die Klasse-1-Spezifikation setzt unter anderem eine hohe Leuchtdichte (70-100 Candela/m²), einen geringen Schwarzwert (unter 0,1 Candela/m²), einen Kontrast von 1000:1 sowie eine Farbtemperatur von 6500K voraus.

Neuerdings werden durch wachsende Anforderungen im Bereich der verwendeten Maximalauflösung (HDTV, 2K, 4K), denen die Röhrentechnik kaum mehr gewachsen ist, und der Kraft der Marktwirtschaft, kaum noch professionelle CRT-Monitore hergestellt, weshalb ein allgemeiner Wechsel auf neue Anzeigetechnologien auch in der Farbkorrektur anzutreffen ist.

Als Beispiel seien an dieser Stelle die LCD-basierten Displays der Firma eCinema Systems²⁹ genannt, die unter Coloristen einen sehr guten Ruf genießen. Das Referenzprodukt, und damit auch den aktuellen Stand der LCD-Technik, stellt das DPX-2310³⁰ dar. Es deckt mit einem 10-Bit Farbpanel (1,07 Milliarden darstellbare Farben), einem Kontrast von 15.000:1 fast 100% des für HD-Video gängigen Farbraumes ab. Zudem verfügt es über Eingänge für

28 BET-Fachwörterbuch (<http://www.bet.de/Lexikon/Begriffe/Klasse1Monitor.htm>), Stand 19.06.08

29 eCinema Systems, Inc. (www.ecinemasystems.com)

30 http://www.ecinemasystems.com/files/DPX-2310_product_brief.pdf

unkomprimiertes HD-SDI und über die Möglichkeit Lookup-Tabellen zu verwenden.

Zum Verständnis der beiden erwähnten Begriffe Farbraum und Lookup-Tabelle und ihrer Wichtigkeit für die visuelle Ausgabe digitaler Bilddaten werde ich diese im Folgenden erklären:

4.1.3.a Farbräume

„The threedimensional color space CIE XYZ is the basis for all color management systems. This color space contains all perceivable colors - the human gamut. Many of them cannot be shown on monitors or printed.“ ³¹

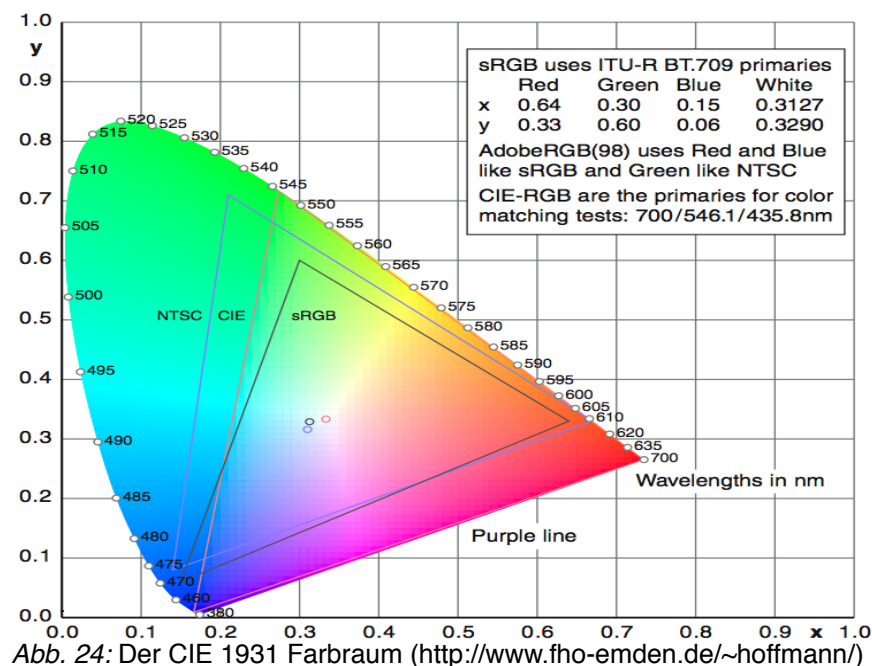


Abb. 24: Der CIE 1931 Farbraum (<http://www.fho-emden.de/~hoffmann/>)

³¹ Prof. Dr. Gernot Hoffmann: „CIE Color Space“ (<http://www.fho-emden.de/~hoffmann/>)

Der CIE 1931 Farbraum ist also eine grafische Darstellung aller vom menschlichen Auge theoretisch wahrnehmbaren Farbtöne und deren Sättigungen. Es gilt hierbei zu beachten, dass selbst heutige Technik nicht in der Lage ist, das gesamte Spektrum wiederzugeben, weshalb im Laufe der Zeit und des technischen Fortschritts verschiedenste Farbräume entwickelt wurden, die alle auf dem CIE Modell basieren, aber nur einen Teil dessen repräsentieren. Wie in der Abbildung beispielhaft zu erkennen, haben diese unterschiedlichen Farbräume eine jeweils auch unterschiedliche Position und Größe, was von den jeweiligen technischen Möglichkeiten und Anwendungsszenarien bestimmt ist, für die sie geschaffen wurden.

Für den Bereich der Farbkorrektur ist es daher von dringender Wichtigkeit, dass ein Anzeigegerät einen möglichst großen Bereich des für das Zielmedium spezifizierten Farbraumes abdeckt, da dies sonst zu ungewünschten Ergebnissen führen kann.

4.1.3.b Lookup-Tabelle (LUT)

Als wichtiger Teil des Farbmanagements in der digitalen Farbkorrektur erfüllen Lookup-Tabellen zwei wichtige Anforderungen:

1. lässt sich erreichen, dass alle Anzeigegeräte innerhalb der Postproduktion den selben visuellen Eindruck vermitteln – sie werden aneinander angeglichen.
2. können durch Lookup-Tabellen die visuellen Eigenschaften des Zielmediums hergestellt werden.

„By definition, a look-up table is simply a data structure that maps any input value to an output value. In the context of colour management, this allows us to specify the conversion of the data value (corresponding to a specific colour) of each pixel in a frame to another value...Within video hardware, LUTs are

used to determine the correct intensity of each screen pixel based on the data value of each pixel in the frame. We can also perform gamma adjustments or log-lin conversions using LUTs, in addition to making colour adjustments to emulate a particular film look or creative choice...

The calibration & emulation LUT is a key part of the colour management pipeline. When used correctly, this type of LUT ensures that at every stage of the pipeline, a user can accurately see how their frames will look when transferred to film.“ (oder jedes andere Zielmedium, Anmerkung des Autors)³²

So ist die Lookup-Tabelle ein Hilfsmittel zur schnellen Konvertierung von Bilddaten, die im Zusammenhang mit der Farbkorrektur hauptsächlich darauf abzielt, den Monitor oder das Display mit dem gewünschten Zielmedium (Film, Digitale Kinoprojektion oder HDTV) visuell abzugleichen.

4.1.4 Grading Hard- und Software

Herzstück der modernen Grading-Suite ist meistens eine Kombination aus einer Software zur Korrektur, sowie Hardware, die moderne Schnittstellen (wie HD-SDI) zum Ein- und Ausspielen der Bilddaten bietet und die je nach System die aufwendige Berechnung der an den Bildern vorgenommenen Änderungen unterstützt. Hier gibt es verschiedenste Systeme, die sich im Kern hauptsächlich durch die eingesetzte Hardwarebasis, zusätzliche Funktionen wie Staub- und Kratzerentfernung für digitale Intermediates oder der Präzision (Bittiefe) der internen Datenverarbeitung unterscheiden, aber grundsätzlich alle die selben zur Farbkorrektur nötigen Werkzeuge bieten.

In der sogenannten Königsklasse wären hier da Vinci Systems' „2K Plus“ und Pandora Int.'s „Revolution“-Serie zu nennen. Beide Produkte bestehen aus

³² J.Pollard, „Whitepaper: Color Management for Film“

einer festen Kombination aus Hardware und der dazugehörigen Korrektursoftware. Diese beiden Komponenten sind komplett aufeinander abgestimmt und bieten die zum Ein- und Auspielen von Videosignalen und -daten benötigten Schnittstellen sowie eine eingebaute Hardwareunterstützung für das Betrachten und Rendern unkomprimierter Videodaten. Durch diese feste Standardisierung sollen reibungslose Arbeitsabläufe und eine zuverlässige Korrekturumgebung gewährleistet werden.

Ein ähnliches Konzept bietet die Kategorie der sogenannten Workstation-Farbkorrektursoftware. Programme wie Autodesk's „Lustre“ oder SGO „Mistika“ basieren nicht auf einer festen Kombination, sondern lassen sich auf einer handelsüblichen Workstation installieren. Diese Workstations sind im Grunde nichts anderes als hochwertige Computer, die untereinander mittels Glasfasern vernetzt werden und auf riesige zentrale Datenspeicher zugreifen können. Diesen Vorteil des verteilten Rechnens, des großen (und stetig erweiterbaren) Speichers und der dadurch mit anderen Stufen der Postproduktionsworkflows vereinfachten Arbeitsweise machen sich die für den Betrieb auf Workstations ausgelegten Korrekturprogramme zunutze.

Die von der Hardwareseite her einfachste Version der Korrektur wird mit sogenannten Standaloneprogrammen vollzogen. Diese sind, wenn sie sich dezidiert dem Grading widmen, von der generellen Funktionsweise den größeren Suiten ebenbürtig. Ihr großer Vorteil ist, dass sie grundsätzlich auf jedem normalen PC lauffähig sind und sich teilweise in vorhandene Schnitt- und Postproduktionssoftware integrieren lassen. Meist muss der Colorist aber auf hardware-unterstütztes Rendering verzichten, hat dafür aber wie bei der für den Betrieb auf einer Workstation ausgelegten Farbkorrektur die Freiheit seine Schnittstellen und den gesamten Workflow selbst zusammenstellen zu können. Zu den bekanntesten Vertretern dieser Gattung zählen Iridias „SpeedGrade“, Synthetic

Aperture „Color Finesse“ und Red Giant „Colorista“.

Eine besondere Stellung unter diesen Standalone-Varianten nimmt Apple's „Color“ ein, welches zuvor als „Final Touch HD“ bekannt war. Durch Apple's Schritt, diese Software von der Firma Silicon Color zu kaufen und in ihre eigene Video- und Postproduktionssuite „Final Cut Studio“ zu integrieren, wurde zum ersten Mal eine professionelle Farbkorrektursoftware mit interner 32Bit Rechenpräzision und Unterstützung aller bedeutenden Bewegtbilddaten für jedermann erschwinglich.

Da „Color“ die wichtigen Voraussetzungen und Werkzeuge für ein professionelles Grading mitbringt und sich von seiner Funktionsweise her mit allen anderen professionellen Korrekturprogrammen überschneidet, lässt sich der Aufbau einer modernen Farbkorrektursoftware daran gut erläutern.

4.1.4.a Der Primary In/Out-Raum

Wie eingangs erwähnt, ist die Funktion der primären Farbkorrektur eine Änderung der Helligkeits- bzw. Farbwerte und eine damit verbundene Bestimmung des visuellen Gesamteindrucks eines Bildes. Im Falle des primären Arbeitsraumes einer Farbkorrektursoftware bedeutet dies, dass sich jede Änderung auf den gesamten Inhalt des Bildes auswirkt. Hierzu stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung, die aber im Grunde genommen nur verschiedene Visualisierungen derselben Funktionen darstellen (je nach Situation kann es von Vorteil sein, ein bestimmtes Werkzeug zu verwenden).

Am häufigsten verwendet - und von jedem Korrekturprogramm unterstützt - wird das HSB-Werkzeug. Das Kürzel steht hierbei für Hue, Saturation und Brightness und beschreibt die mögliche Arbeitsweise bei der Farbänderung eines Bildinhalts durch Manipulation des Farbbortes, seiner Sättigung und seiner

Helligkeit.

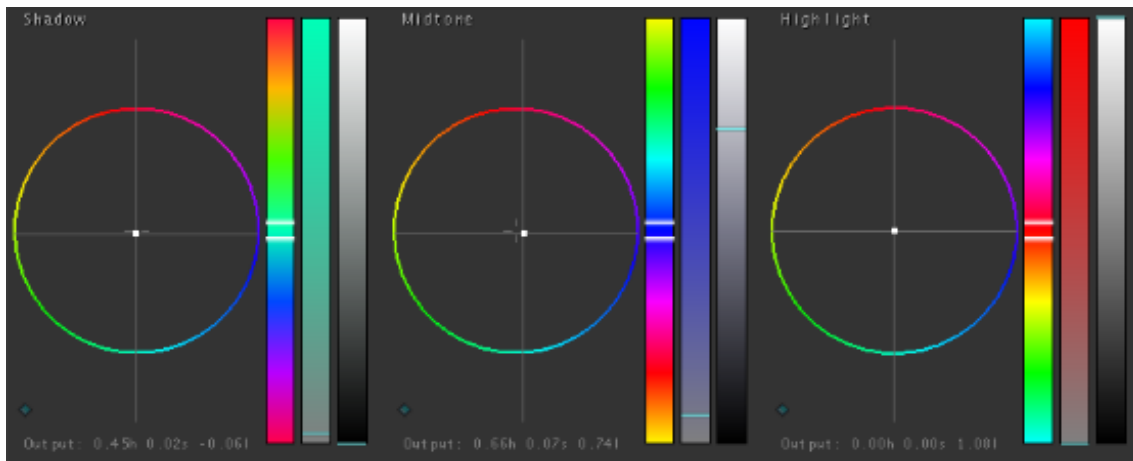


Abb. 25: Primäre Farbkorrekturkontrolle am Beispiel der Farbräder und Schieberegler (Apple Color)

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, setzt sich diese Form der Farb- und Helligkeitswertänderung aus drei größeren Bausteinen zusammen, die jeweils für das Eingreifen in dunkle (links), mittlere und helle (rechts) Bildelemente zuständig sind – trotzdem bleibt zu erwähnen, dass diese Bereiche nicht strikt getrennt sind, sondern ineinander übergreifen und demzufolge eine Veränderung der dunklen Bereiche (dem Prinzip der primären Korrektur entsprechend) auch Auswirkungen auf alle anderen Bildinhalte mit sich zieht. So kann der Colorist mittels eines Farbrades bzw. des linken und mittleren Reglers sowohl den generellen Farbton also auch dessen Sättigung nach Belieben verändern. Gleiches gilt für den Luminanzregler (rechts), mit dessen Hilfe sich die Helligkeit anheben oder senken lässt.

Eine weitere Korrekturvariante stellt das YRGB-Werkzeug dar, das anhand von Gradationskurven den visuellen Eindruck eines Bildes bestimmen lässt.



Abb. 26: Primäre Farbkorrektur am Beispiel von YRGB Gradationskurven (Avid Xpress Pro)

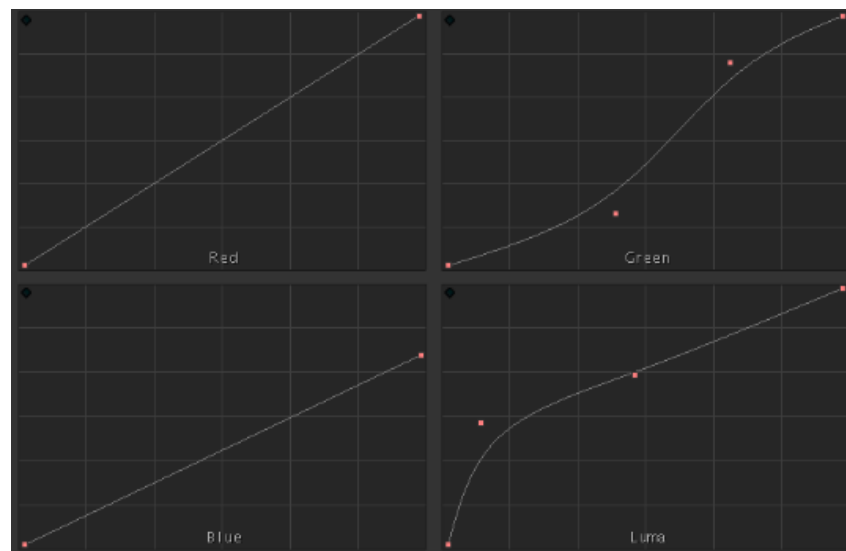


Abb. 27: Primäre Farbkorrektur am Beispiel von YRGB Gradationskurven (Apple Color)

Wie das Kürzel YRGB schon andeutet, geschieht diese Form der Farb- und Helligkeitsmanipulation durch die Möglichkeit, die Helligkeit (Y), sowie die Farben Rot, Grün und Blau zu verändern. Dies geschieht mit Hilfe sogenannter Gradationskurven. Im Ausgangszustand beschreiben diese Kurven die Form

einer diagonal verlaufenden Linie (wie im Beispiel „Red“) und stellen damit eine Gleichheit zwischen Eingangs- (ursprüngliches Bild) und Ausgangssignal (verändertes Bild) dar. Steve Hullfish stellt das Prinzip sehr anschaulich dar:

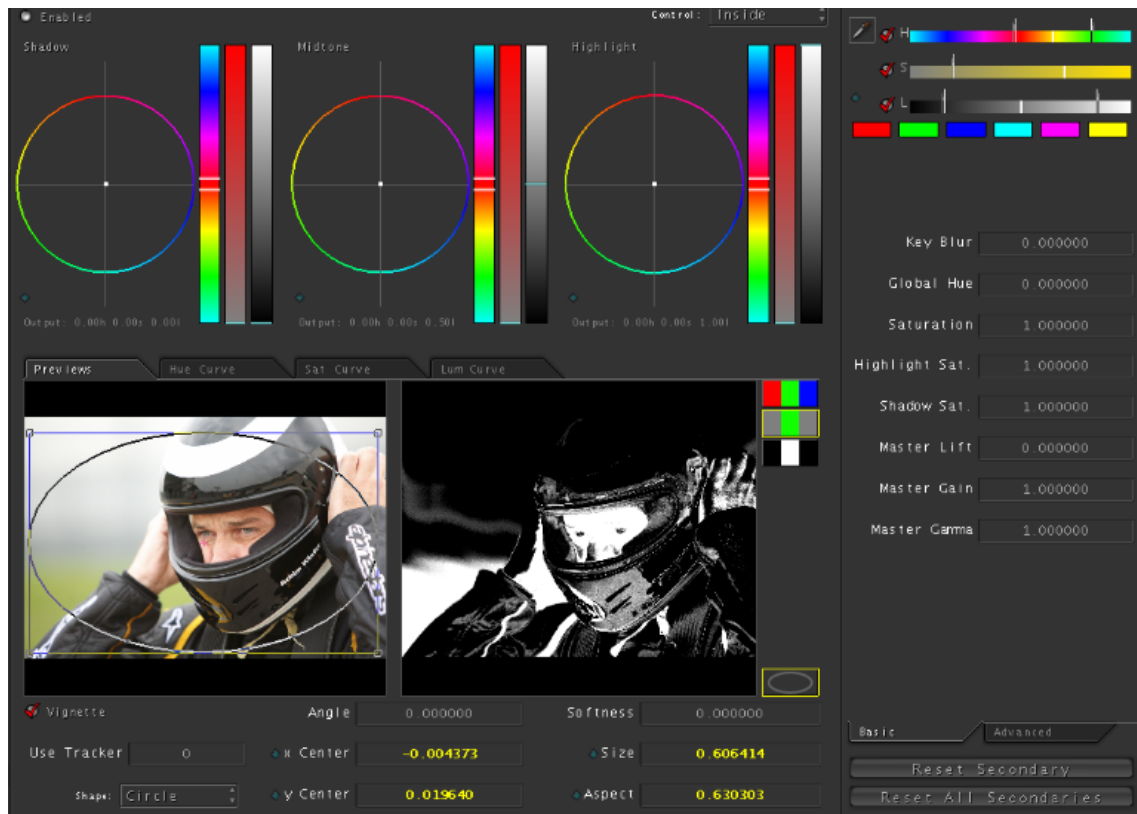
„Imagine if you were to draw numbers from 1 to 100 along the horizontal axis and then did the same along the vertical axis. As you trace vertically up from the 50 level on the source side, the diagonal line intersects perfectly with the horizontal 50 level on the output side. Similarly, 0 horizontally matches up with 0 vertically, and 100 horizontally matches up with 100 vertically, giving you a perfect diagonal graph.

But if you “curve” that graph, by adding or selecting a point along the diagonal line and moving it, you remap the input or source levels to new output levels. For example, to lower the gamma of an image, create a point in the middle of the curve and pull it down a little. Note the numerical values at the bottom of the curve. If you pull down the center of the graph —(128 —)to 120, that will mean that the pixels that were originally at a “brightness” value of 128 are now mapped lower, to 120. That also means that all of the other values that were between 128 and 0 are slightly compressed into a smaller tonal range between 120 and 0, and all of the values between 128 and 255 have been lowered but into an expanded range between 120 and 255. So each time you place and move a point on the curve, you are not only remapping the tonal values of that point, but also compressing and expanding the tonal ranges on either side of the point on the curve.“³³

So sind die YRGB Gradationskurven ein durchaus mächtiges Mittel zur Manipulation der Farb- und Helligkeitswerte.

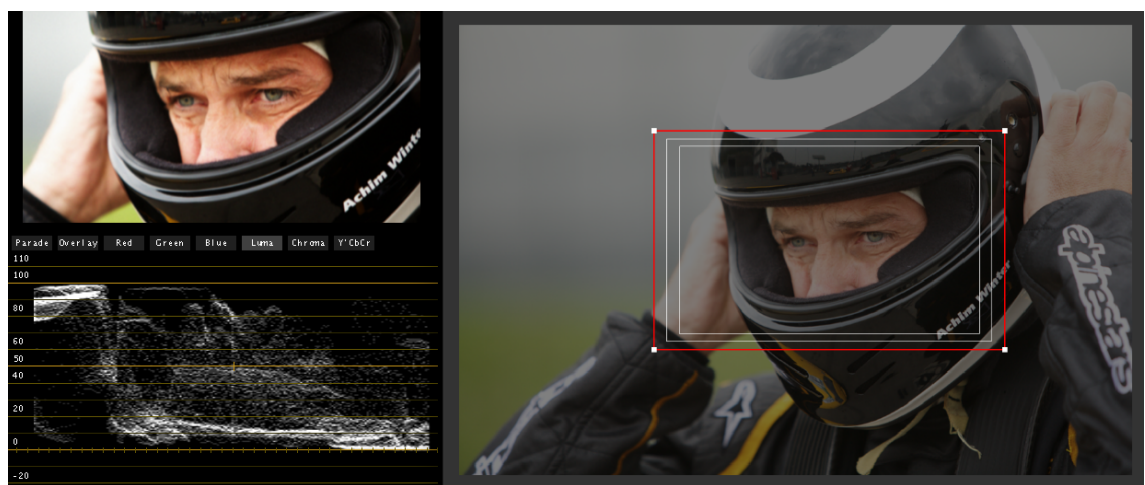
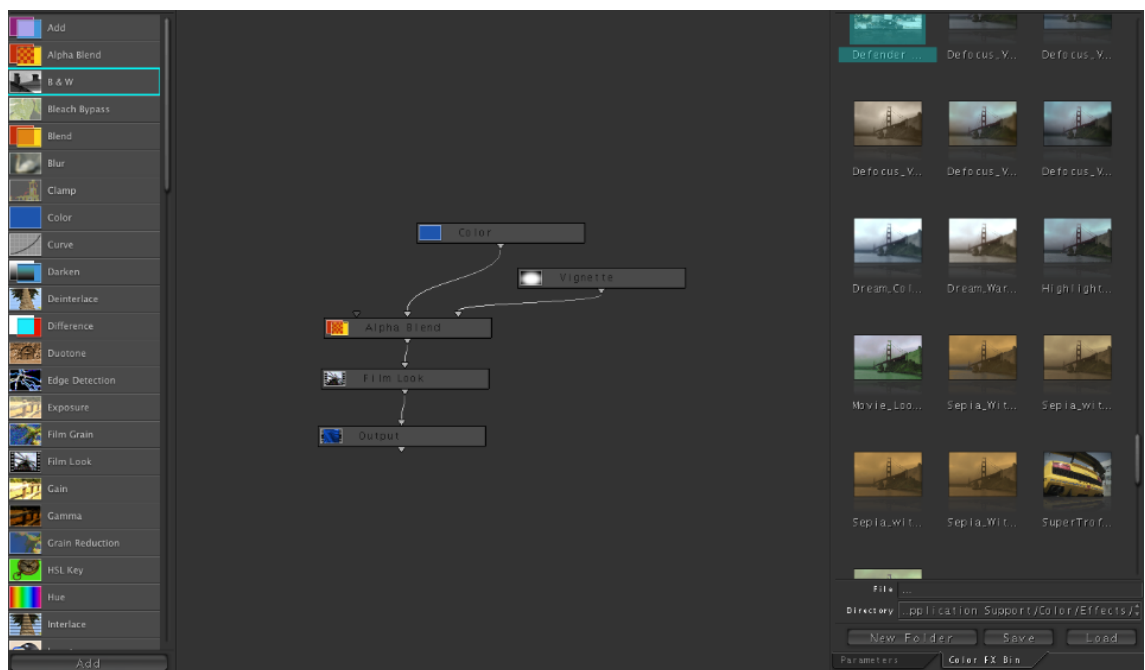
³³ Steve Hullfish: „The Art and Technique of Digital Color Correction“

4.1.4.b Der Secondary Raum



Während die primäre Korrektur nur Möglichkeiten bietet, das Bild in seiner Gesamtheit zu verändern, so ist die Auswahl ???

4.1.4.c Der Effects Raum



4.1.5 Hilfsmittel

5. Fazit

Betrachtet man rückblickend die Geschichte der Farbkorrektur und Ihre enge Verknüpfung mit den jeweiligen evolutionären Schritten der Filmproduktion, so wird schnell deutlich, dass es sich – obwohl das Wort „Korrektur“ auf einen rein technischen und fehlerbehebenden Aspekt hindeutet – doch gleichzeitig um ein wichtiges gestalterisches Werkzeug handelt.

So ist der Aspekt der Korrektur durchaus vorgegeben, sei es auch zu analogen Filmzeiten auch nur mit der Möglichkeit, im Kopierwerk durch Änderung chemischer Prozesse und das Optimieren von Kopierlichtern manchen, bei der Belichtung des Materials entstandenen Fehler, auszugleichen. Gleiches gilt für das Prinzip der Telecine, bei dem die Farbkorrektur ursprünglich als notwendiger technischer Zwischenschritt zum Konvertieren eines Bildes zwischen zwei physikalisch völlig unterschiedlichen Medien diente, oder für die am Beispiel des digitalen Intermediate betrachtete und durch moderne Softwarealgorithmen mögliche Entfernung von in altem Filmmaterial auftretenden Schrammen und Kratzern sowie für die Rekonstruktion von verblassten Farben.

Auch heute, in Zeiten des komplett digitalen Produktionsablaufes für Kino und Fernsehen, ist die Grundfunktion der Farbkorrektur das Anpassen eines vorhandenen Videosignals auf ein anderes Zielformat – sie ist im digitalen Zeitalter aber auch generell immer vonnöten, wenn ein Schritt der Konvertierung zwischen zwei unterschiedlichen Systemen mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften und Farbräumen stattfindet.

Natürlich bieten Soft- und Hardware seit vielen Jahren auch automatische

Funktionen der Konvertierung und Verbesserung an. Kleine Plugins in Schnittprogrammen, Menüoptionen wie „Improve Automatically“ und in Hardware gegossene Algorithmen zur technischen Auswertung von vorhandenen Bildinformationen achten jedoch nur auf technische Korrektheit. So senken sie beispielsweise den Schwarzwert auf ein legales Minimum und versuchen, das Verhältnis zwischen Rot, Grün und Blau einigermaßen auszugleichen, um ein möglichst neutrales und kontrastreiches Bild zu erzeugen.

Nun gibt es aber durchaus Fälle, denen keine automatische Korrektur gewachsen ist. Steve Hullfish beschreibt hierfür in seinem Buch „The art and technique of digital color correction“ das schöne Beispiel eines Eisbären im Schneesturm. Ein Fall wie dieser würde jede Automatik überfordern, da es nicht um ein technisch ausgewogenes Bild mit den jeweils maximal möglichen Werten für Helligkeit geht, sondern um eine wirklichkeitsgetreue Darstellung. Diese Form der Abwägung zwischen technischen Aspekten, Verstehen der Aussage eines Bildes und dessen Bezug auf das große Ganze, bleibt dem Menschen vorbehalten.

So sind die in dieser Arbeit vorgestellten Werkzeuge und Techniken zur Veränderung visueller Eindrücke vorhandenen Bildmaterials ebenso als gestalterisches Mittel einzusetzen. Dabei kann die Farbkorrektur als Hilfsmittel beispielsweise zum Transportieren einer gewünschten emotionalen Stimmung eines Bildes dienen oder den Aufmerksamkeitsfokus des Zuschauers durch geschicktes Spiel mit Farbe, Helligkeit und Kontrasten leiten. Für einen Coloristen ist - neben der technischen Kompetenz und Ausstattung – das wertvollste Instrument die Kommunikation und das Verständnis für das Material.

Betrachtet man den gestalterischen Einfluss der Farbkorrektur auf das Medium Film – und darüber hinaus auch auf das Fernsehen – aus heutiger Sicht, so

spielt diese im Laufe der Zeit eine immer wichtigere Rolle, da sich mit der Ausdehnung der Möglichkeiten zur technischen Einflussnahme und deren Anwendung auch die Rezeption des Zuschauers verändert hat. Werbung, Musikvideos und nicht zuletzt Filme wie beispielsweise „Traffic“, in dem jeder Handlungsstrang eine eigene Farbstimmung hat – nutzen das Instrument Farbkorrektur um Geschichten zu erzählen, Aufmerksamkeit zu erreichen oder zu lenken, oder um in machen Fällen einfach „cool“ auszusehen. Nicht zuletzt durch diesen Trend hat sich die Farbkorrektur als wichtige und unausweichliche Institution in der heutigen Medienproduktion etabliert. Ein Ende oder eine Stagnation sind nicht abzusehen.

So wird die stetig fortschreitende technische Entwicklung im Bereich des digitalen Kinos und zukünftiger Fernsehnormen jenseits des HDTV auch mit steigender Rechenleistung und Speicherkapazität schnellere Arbeitsabläufe und neue, präzisere Rechenalgorithmen im Bereich der Farbkorrektur mit sich bringen, um dem Bedarf gewachsen zu sein. Des weiteren zeichnet sich gerade durch immer besser und günstiger werdende Hard- und Software eine allgemeine Bewegung zur Farbkorrektur auch im Low-Budget Bereich ab. Apple Color hat bewiesen, dass eine gute Farbkorrekturumgebung nicht mehr teuer sein muss. Ebenso werden mit neuen Displaytechnologien wie OLED (Organic Light Emitting Diode) und Schnittstellen wie HDMI und DisplayPort auch auf dem Consumermarkt mächtige, den Ansprüchen der Farbkorrektur genügende Werkzeuge zur Verfügung stehen. Und dennoch bleibt meiner Ansicht nach der sich mit der Abwägung von technischen Möglichkeiten und gestalterischen Entscheidungen beschäftigende Mensch der wichtigste Faktor im Spiel mit Kontrast und Farbe.

6. Wichtige Daten

- 1885** – George Eastman entwickelt mit den ersten Rollfilm den Grundstein für bewegte Bilder.
- 1927** – Baird Television, später bekannt als Cintel wird gegründet.
- 1936** – Kodak erfindet mit dem Kodachrome den ersten 35mm Farbfilm.
- 1938** – John Logie Baird stellt die erste Telecine vor, mit der Film in Fernsehsignale gewandelt werden kann
- 1947** - Kodak entwickelt mit dem Kinephoto die erste Möglichkeit, Bilder von Videokameras zu speichern.
- 1950** – Der erste Lichtpunktastaster (Flying-Spot) geht bei der BBC in Betrieb.
- 1953** – In den USA wird mit NTSC der erste Farbfernsehstandard eingeführt.
- 1956** - Ampex VRX-1000 als erster kommerzieller Videorecorder für Sendezwecke. Zunächst nur Schwarz-Weiß, ab 1958 aber auch in Farbe.
- 1974** – Das Rank Cintel MKIII revolutioniert die Telecine.
- 1978** - Das Rank Cintel TOPSY (Telecine Operations Programming System) ist erste moderne Farbkorrektursteuerung
- 1979** – Die Robert Bosch GmbH entwickelt mit der FDL-60 die erste CCD basierte Telecine
- 1984** – Da Vinci Systems bringt die erste computerbasierte Farbkorrektur.
- 1993** – „Schneewittchen und die sieben Zwerge“ ist der erste Film, der komplett digital eingelesen, korrigiert und wieder zurück auf Film kopiert wird. Als System wird Kodaks neues Cineon in 4K Auflösung und 10-Bit Farbtiefe benutzt.
- 1995** – Sony, JVC und Panasonic veröffentlichen den DV Standard für Digitales Video. Hierdurch wird sogar dem Heimanwender eine einfache Möglichkeit digitaler Aufnahmen und der damit verbunden Nachbearbeitung gegeben.
- 1998** – „Pleasantville“ ist der erste moderne Film, der komplett digital aufgenommen, bearbeitet und gespeichert wird. Die Herausforderung ist hierbei die Mischung aus schwarz-weißen und farbigen Bildelementen.
- 2000** - „O Brother, Where Art Thou?“ wird komplett als Digital Intermediate bearbeitet. Er wird mit Hilfe einer Spirit Datacine 2K Auflösung eingescannt und mit einer Pandora MegaDef farbkorrigiert.
- 2000** – In Japan wird zum ersten Mal HDTV ausgestrahlt.
- 2002** – Die Digital Cinema Initiative verabschiedet den Standard für digitales Kino mit den Auflösungen 2K und 4K.

- 2004** – Spider-Man 2 ist das erste moderne Digital Intermediate, das in 4K aufgenommen wird. Die Farbkorrektur wird am Efilm EWorks System vorgenommen.
- 2007** – Apple macht mit dem Kauf von Silcon Color's „Final Touch“ und dessen Integration in sein eigenes „Final Cut Studio“ eine professionelle Farbkorrektursoftware für die Breite Masse erschwinglich.

7. Literaturverzeichnis

7.1 Bücher

Autor	Werk	Verlag, Jahr	ISBN
Prof.Dr. Ulrich Schmidt	Professionelle Videotechnik	Springer, 2005	3540242066
Steve Hullfish	The Art and Technique of Digital Color Correction	Butterworth Heinemann, 2008	0240809904
Paul Wheeler	Practical Cinematography, 2 nd Ed.	Focal Press, 2005	0240519620
Ian Paterson	A Dictionary of Color	Thorogood, 2003	1854182471
Mark Sawicki	Filming the Fantastic	Butterworth Heinemann, 2007	0240809157
Sten E. Browne	High Definition Post Production	Focal Press, 2006	0240808398
Charles S. Swartz	The Digital Cinema Handbook	Butterworth Heinemann, 2004	0240806174

7.2 Veröffentlichungen und Whitepapers

Digital Cinema System Specification Version 1.2 (07.03.2008)	http://www.dcinovies.com/DCIDigitalCinemaSystemSpecv1_2.pdf
Kodak Newsletters #3 „Nature Of Light and Color“	http://motion.kodak.com/motion/uploadedFiles/US_plugins_acrobat_en_motion_newsletters_filmEss_03_Nature-of-Light.pdf
Kodak Newsletters #4 „Film Structure“	http://motion.kodak.com/motion/uploadedFiles/US_plugins_acrobat_en_motion_newsletters_filmEss_04_How-film-makes-image.pdf
Kodak Newsletters #17 „Processing“	http://motion.kodak.com/motion/uploadedFiles/US_plugins_acrobat_en_motion_newsletters_filmEss_17_Processing.pdf
Kodak Newsletters #19	http://motion.kodak.com/motion/uploadedFiles/US_plugins_acrobat

„Optical Workflow“	_en_motion_newsletters_filmEss_19_Optical_Workflow.pdf
Kodak Newsletter #20 „Digital Workflow“	http://motion.kodak.com/motion/uploadedFiles/US_plugins_acrobat_en_motion_newsletters_filmEss_20_digital_workflow.pdf
Whitepaper: Colour management for film (J. Pollard, Rising Sun Research)	http://www.cine-tal.com/products/PDF/ColourManagement.pdf
Hermann Grassmann	„Zur Theorie der Farbenmischung“, 1853
Peter Chamberlain, „Digital Film Restoration“, da Vinci Systems, 2006	http://www.davsys.com/support/brochures/pdf/da_Vinci_Revival.pdf

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäß einer Veröffentlichung entstammen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde noch nicht veröffentlicht oder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Stuttgart, den 20. August 2009

Tim Hägele